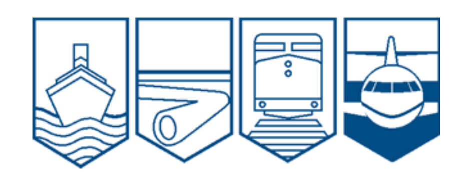


RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A04H0001



PERTE DE MAÎTRISE

DU CESSNA 208B CARAVAN C-FAGA
EXPLOITÉ PAR GEORGIAN EXPRESS LTD.
À L'ÎLE PELÉE (ONTARIO)
LE 17 JANVIER 2004



Bureau de la sécurité des transports du Canada
Transportation Safety Board of Canada

Rapport d'enquête aéronautique

Perte de maîtrise

du Cessna 208B Caravan C-FAGA exploité par Georgian Express Ltd. à l'île Pelée (Ontario) le 17 janvier 2004

Rapport numéro A04H0001

Résumé

Le Cessna 208B Caravan (immatriculé C-FAGA, portant le numéro de série 208B0658) assurant le vol GGN126 de Georgian Express Ltd. effectue un vol entre l'île Pelée et Windsor (Ontario) avec à son bord le pilote et 9 passagers. Vers 16 h 38, heure normale de l'Est, l'avion entreprend la course au décollage sur la piste 27 et utilise presque toute la longueur de piste utilisable de 3300 pieds. Il adopte ensuite un angle de montée très faible tout en effectuant un virage vers le nord au-dessus de la surface gelée du lac Érié en direction de Windsor. À quelque 1,6 mille marin de l'extrémité départ de la piste, l'avion heurte la surface gelée du lac, tuant ses 10 occupants.

This report is also available in English.

N° de cat. TU3-5/04-1F
ISBN 0-662-71500-4

1.0 Renseignements de base 1
1.1 Déroulement du vol 1
1.2 Victimes 2
1.3 Renseignements sur le personnel 2
1.3.1 Généralités 2
1.3.2 Emploi du temps du pilote dans les 72 dernières heures 3
1.4 Renseignements sur l'aéronef 4
1.4.1 Généralités 4
1.4.2 Masse et centrage 5
1.5 Conditions météorologiques 6
1.5.1 Généralités 6
1.5.2 Conditions prévues 7
1.5.3 Conditions observées 8
1.5.4 Exposé météorologique 8
1.5.5 Conditions météorologiques prévues au terrain de dégagement 9
1.6 Performances de l'aéronef 9
1.6.1 Procédure de décollage 9
1.6.2 Performances en vol 10
1.7 Givrage de l'aéronef 12
1.7.1 Certification de l'aéronef 12
1.7.2 Renseignements sur le givrage dans le manuel de vol du Cessna 208 12
1.7.3 Directives de la compagnie en matière de givrage 14
1.7.4 Politique réglementaire canadienne traitant du givrage des aéronefs 14
1.7.5 Données historiques sur les accidents de Cessna 208 liés au givrage 14
1.7.6 Mesures prises par le National Transportation Safety Board à propos du givrage du Cessna 208 15
1.7.7 Activation des boudins de dégivrage de l'aéronef 17
1.7.8 Couverture offerte par les boudins de dégivrage du Cessna 208 18
1.8 Aides à la navigation 19
1.9 Renseignements sur l'aérodrome 19
1.10 Enregistreurs de bord 19

1.11 Renseignements sur l'épave et sur l'impact . . . 19
1.12 Renseignements médicaux . . . 20
1.13 Questions relatives à la survie des occupants . . . 20
1.13.1 Généralités . . . 20
1.13.2 Affichettes de porte et carte de mesures de sécurité . . . 20
1.13.3 Transport d'animaux . . . 21
1.13.4 Radiobalise de repérage d'urgence . . . 22
1.14 Surveillance de la compagnie . . . 22
1.15 Surveillance réglementaire . . . 23
1.15.1 Processus de surveillance . . . 23
1.15.2 Fréquence des inspections . . . 24
1.15.3 Historique des vérifications de Georgian Express Ltd. . . . 25
1.15.4 Service régulier et service d'affrètement . . . 25
1.16 Exigences relatives à la formation en simulateur . . . 26
1.17 Poids passagers standard . . . 27
1.18 Fatigue et stress . . . 28

2.0 Analyse . . . 31
2.1 Introduction . . . 31
2.2 Utilisation des poids passagers standard . . . 31
2.2.1 Généralités . . . 31
2.2.2 Validité des poids passagers standard . . . 31
2.2.3 Utilisation des poids passagers standard pour les petits aéronefs . . . 32
2.3 Présence de glace sur l'aéronef . . . 32
2.4 Activation des boudins de dégivrage de l'aéronef . . . 33
2.5 Couverture offerte par les boudins de dégivrage du Cessna 208 . . . 33
2.6 Surveillance exercée par l'exploitant aérien . . . 33
2.7 Surveillance réglementaire . . . 34
2.8 Exigences relatives à la formation en simulateur . . . 35
2.9 Prise de décisions du pilote . . . 35
2.10 Le vol de l'accident . . . 36

3.0 Conclusions 37
3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs 37
3.2 Faits établis quant aux risques 37

4.0 Mesures de sécurité 39
4.1 Mesures prises 39
4.1.1 Mesures prises par Georgian Express Ltd. 39
4.1.2 Mesures prises par le Bureau de la sécurité des transports du Canada 39
4.1.3 Mesures prises par Transports Canada 40
4.1.4 Mesures prises par la Federal Aviation Administration 41

Annexes

Annexe A – Carte du secteur de l'accident 43
Annexe B – Carte de l'île Pelée 44
Annexe C – Carte des prévisions graphiques 45
Annexe D – Récupération de l'épave 47
Annexe E – Répartition des débris 51
Annexe F – Affichettes de porte passager 53
Annexe G – Liste des rapports de laboratoire 55
Annexe H – Sigles et abréviations 57

Photos

Photo 1 Le navire de l'USCG *Neah Bay* 47
Photo 2 Le NGCC *Samuel Risley* 48
Photo 3 Vue extérieure de la porte passager de la cabine 53
Photo 4 Vue intérieure du panneau supérieur de la porte en position fermée . . 53
Photo 5 Vue intérieure du panneau supérieur de la porte en position ouverte . 54
Photo 6 Gros plan sur l'affichette montrant le sens de rotation à l'opposé du sens de rotation correcte de la poignée 54

Tableaux

Tableau 1 Masse au décollage calculée avec les poids réels et les poids de l'A.I.P. Canada 6
Tableau 2 Vitesses approximatives de décrochage en KIAS avec la vitesse calculée en KCAS entre parenthèses 10
Tableau 3 Vitesses approximatives de décrochage avec réduction du $C_{z\,max}$ en KIAS, avec la vitesse calculée en KCAS entre parenthèses 11
Tableau 4 Poids moyens publiés en RAC 3.5 de l'A.I.P. Canada 27
Tableau 5 Poids moyens publiés dans l'A.I.P. Canada (tableau modifié en date du 20 janvier 2005) 41

1.0 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

Le 17 janvier 2004, le pilote a commencé sa journée de travail à Toronto (Ontario) à 4 h 45, heure normale de l'Est (HNE)[1]. Au cours de la matinée, il a effectué à bord du Cessna 208B Caravan des vols entre Toronto et Windsor (Ontario), entre Windsor et l'île Pelée (Ontario), et entre l'île Pelée et Windsor, où il a atterri à 9 h 16.

Vers 15 h, le pilote a reçu, au cours d'un échange téléphonique en provenance du personnel du bureau de l'île Pelée, des renseignements sur les conditions météorologiques qui régnaient à cet endroit ainsi que sur les passagers qui s'y trouvaient. Les conditions météorologiques signalées à 14 h 30 étaient les suivantes : plafond à 500 pieds avec ciel obscurci et visibilité de 2 milles. Huit passagers de sexe masculin devaient embarquer à l'île Pelée, et un passager supplémentaire voyageait avec le pilote. Il n'y a eu aucune discussion sur la quantité de fret à embarquer ou sur le poids des passagers. À 15 h 8, le pilote a reçu par télécopie le dossier météorologique qu'il avait demandé au centre d'information de vol (FIC)[2] de London (Ontario).

À 15 h 23, l'avion a été ravitaillé en carburant pour le vol à destination de l'île Pelée prévu à 16 h. Les passagers sont montés à bord plus tôt que d'habitude pour que l'avion puisse être dégivré, car de la neige mouillée s'était accumulée sur le fuselage et les ailes depuis le vol précédent. À 15 h 55, l'avion a été dégivré avec du liquide de dégivrage de type 1. À 16 h 5, le pilote a entrepris le décollage en vertu d'un plan de vol établi selon les règles de vol aux instruments (IFR) pour effectuer le vol GGN125 à destination de l'île Pelée (voir annexe A).

À 16 h 15, le pilote a signalé au centre de contrôle de Cleveland en Ohio aux États-Unis qu'il avait l'île Pelée en vue, qu'il annulait son plan de vol IFR et qu'il franchissait 5000 pieds en descente. Le pilote a également avisé le centre de Cleveland qu'il allait repartir en IFR de l'île Pelée dans une vingtaine de minutes, cette fois sous l'indicatif GGN126 et il a demandé s'il pouvait avoir un code transpondeur. Le contrôleur de Cleveland lui a donné un code transpondeur et lui a demandé d'appeler après le décollage du vol GGN126. Le pilote a indiqué que l'avion allait décoller de la piste 27 et faire un virage au nord. Ce sont les dernières communications enregistrées.

Le pilote a atterri à 16 h 20. Sur l'aire de trafic, deux personnes lui ont mentionné que la présence de glace sur les ailes de l'avion les préoccupait. Des précipitations verglaçantes tombaient à ce moment-là. Des témoins ont vu le pilote faire une inspection visuelle du bord d'attaque des ailes, mais le pilote n'a émis aucune réserve et a procédé à l'embarquement des passagers et au chargement du fret.

---

1 Les heures sont exprimées en HNE (temps universel coordonné moins cinq heures).

2 Voir l'annexe H pour la signification des sigles et abréviations.

Vers 16 h 38, le pilote a décollé de l'île Pelée pour effectuer le vol GGN126 à destination de Windsor. Après avoir utilisé presque toute la longueur de piste utilisable pour le décollage, l'avion a adopté un angle de montée très faible. Personne au sol n'a observé l'avion après son virage au nord; toutefois, des témoins qui n'étaient pas à l'aéroport ont déclaré qu'ils avaient entendu le bruit d'un écrasement et aucun bruit de moteur par la suite.

Règle générale, le Cessna Caravan met de 15 à 20 minutes pour se rendre de l'île Pelée à Windsor. Peu après le départ de l'avion, l'agent à la billetterie de Windsor a reçu un appel de l'île Pelée lui annonçant qu'on avait entendu le bruit d'un écrasement. À 17 h 5, l'agent a appelé la tour de Windsor, car l'avion n'était pas arrivé à Windsor. Le pilote n'avait établi le contact avec aucune installation des services de la circulation aérienne (ATS), que ce soit avant ou après le départ, si bien que rien dans le système ATS n'indiquait que l'avion avait décollé. De ce fait, l'avion n'avait pas été pris en compte.

Aucun signal provenant de la radiobalise de repérage d'urgence (ELT) n'a été capté. À 17 h 10, le contrôleur de la tour de Windsor a contacté le Centre de coordination des opérations de sauvetage de Trenton (Ontario) pour que des recherches soient entreprises. À 19 h 8, un hélicoptère de la United States Coast Guard (USCG) a signalé qu'il venait de repérer l'empennage de l'avion et des débris de l'appareil sur la surface gelée du lac, à environ 1,6 mille marin (nm) de l'extrémité départ de la piste. Il n'y avait aucun survivant. L'empennage a coulé environ 4 heures plus tard, et ce n'est que 13 jours après l'accident qu'ont pris fin les opérations de récupération de l'épave. (Voir annexe D.)

1.2 *Victimes*

	Équipage	Passagers	Tiers	Total
Tués	1	9	-	10
Blessés graves	-	-	-	-
Blessés légers/indemnes	-	-	-	-
Total	1	9	-	10

1.3 *Renseignements sur le personnel*

1.3.1 *Généralités*

Le pilote était titulaire d'une licence de pilote de ligne valide et travaillait pour le compte de Georgian Express Ltd. depuis novembre 2000. Il avait d'abord été copilote sur Beech 1900 avant de passer commandant de bord sur Cessna Caravan à l'automne 2003. Le pilote avait déjà piloté le Cessna Caravan pour le compte d'un autre employeur où il avait accumulé 859 heures de vol sur type. Il connaissait bien la procédure de régulation des vols assurée par les pilotes

eux-mêmes dans les régions éloignées. Le pilote avait complété le programme de formation au sol et en vol de Georgian Express Ltd., comprenant un exposé de trois heures sur les opérations hivernales. Il avait obtenu son expérience préparatoire au vol le 29 novembre 2003 et avait passé son contrôle de compétence pilote le 30 novembre 2003. Le pilote avait commencé à effectuer des vols passagers vers l'île Pelée à bord du Cessna Caravan lorsque l'exploitant avait remporté l'appel d'offres lancé par la Société de transport d'Owen Sound (STOS)[3] le 13 décembre 2003.

Un examen des antécédents du pilote et les entretiens avec ses collègues indiquent que le pilote était un employé consciencieux qui remplissait ses fonctions avec professionnalisme. Personne n'a dit le contraire.

	Pilote
Licence	pilote de ligne
Date d'expiration du certificat médical	31 mai 2004
Heures de vol totales	3465
Heures de vol sur type	957
Heures de vol dans les 90 derniers jours	128
Heures de vol sur type dans les 90 derniers jours	94
Heures de service avant l'accident	12
Jours libres avant la prise de service	4 jours

1.3.2 Emploi du temps du pilote dans les 72 dernières heures

Le 13 janvier 2003, le pilote s'était rendu à Los Angeles en Californie aux États-Unis, en avion à titre de passager et, le 16 janvier, soit la veille de l'accident, il était revenu à Toronto, où il était arrivé à l'aéroport à 20 h 47. Ce voyage n'avait rien à voir avec son travail à Georgian Express Ltd. En faisant des estimations prudentes du temps nécessaire au pilote pour remplir les diverses formalités à l'aéroport et pour se rendre à la maison en voiture, on estime qu'il est peu probable que le pilote ait pu se coucher avant 22 h 30. Comme le pilote est arrivé au travail le lendemain matin à 4 h 45, on estime qu'il avait dû se réveiller vers 3 h 45. Cela signifie qu'il aurait eu la possibilité de prendre quelque 5 heures de sommeil la nuit ayant précédé le vol de l'accident. Pour le vol de retour de Los Angeles, le pilote était accompagné de la personne qui s'était rendue avec lui jusqu'à Windsor à bord du Cessna Caravan et qui était également sur le

3 La STOS exploite un service de traversier entre l'île Pelée et le continent. Pendant la période de gel du lac Érié, la STOS octroie un contrat lui permettant d'offrir un service aérien de remplacement.

vol de l'accident comme passager. Le pilote n'avait pas rempli de formulaire d'approbation d'utilisation du strapontin permettant de transporter un passager sur le strapontin, et personne de la compagnie n'était au courant de la présence de ce passager sur le strapontin.

Le 17 janvier à 5 h 58, le pilote a décollé de Toronto pour effectuer un vol entre Toronto et Windsor avec le Cessna Caravan. Il a atterri à Windsor à 7 h 10 et s'est occupé de la reconfiguration de l'avion en prévision d'un vol passagers. À 8 h 31, le pilote a décollé de Windsor à destination de l'île Pelée avec retour à Windsor, où il a atterri à 9 h 16. Après le débarquement des passagers, le pilote a déplacé l'avion pour dégager la porte d'embarquement. Il s'est ensuite rendu à l'hôtel où il a passé quelques heures dans sa chambre en attendant les vols de l'après-midi. Le pilote a quitté l'hôtel vers midi pour aller se restaurer et est revenu peu de temps après.

À 14 h 45, le pilote était de retour à l'aéroport de Windsor et, à 15 h, il a appelé le service de suivi des vols de la compagnie à Toronto pour confirmer son prochain vol à destination de l'île Pelée. À 15 h 23, l'avion a été ravitaillé en carburant pour le vol prévu à 16 h. L'accident est survenu lors du dernier vol du pilote prévu ce jour-là. Son prochain vol était prévu pour le lendemain après-midi.

1.4 Renseignements sur l'aéronef

1.4.1 Généralités

Constructeur	Cessna
Type et modèle	208B Caravan
Année de construction	1998
Numéro de série	208B0658
Certificat de navigabilité	délivré le 23 février 1998
Heures cellule	7809
Moteur	1 moteur PT6A-114A
Hélice	1 hélice McCauley 3GFR34C703-B/A106GA-0
Masse maximale autorisée au décollage	8750 lb, 8550 lb dans des conditions givrantes connues
Types de carburant recommandés	Jet A, Jet A-1, Jet B
Type de carburant utilisé	Jet A-1

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme au manuel de contrôle de la maintenance approuvé.

L'examen du moteur et de l'hélice par le Laboratoire technique du BST n'a révélé aucune anomalie ayant pu empêcher leur fonctionnement normal. Plusieurs composants du moteur présentaient des signes de rotation typiques d'un moteur fournissant de la puissance au moment de l'impact. Les dommages à l'hélice sont typiques d'une hélice entraînée par un moteur qui tourne à régime élevé au moment de l'impact.

Il n'a pas été possible de prélever d'échantillon de carburant de l'avion, mais des échantillons ont été prélevés dans le véhicule de ravitaillement de l'aéroport. Les tests ont indiqué que le carburant respectait les spécifications du Jet A-1.

1.4.2 Masse et centrage

En vertu du système approuvé de régulation des vols par les pilotes eux-mêmes que l'exploitant aérien était autorisé à utiliser, il incombait au pilote de faire les calculs de masse et centrage avant chaque vol. Aucun calcul de masse et centrage pour le vol de l'accident n'a été trouvé.

À l'atterrissage à Windsor après le vol du matin en provenance de l'île Pelée, l'avion avait 800 livres de carburant à son bord. Cette quantité était suffisante pour les vols de l'après-midi et pour se rendre aux terrains de dégagement prévus : Windsor pour l'île Pelée, et Detroit au Michigan aux États-Unis pour Windsor. Après confirmation du nombre de passagers (8 hommes) pour le vol de retour de l'île Pelée, le pilote a pris 1000 livres supplémentaires de carburant avant de décoller en direction de l'île Pelée.

D'après les calculs effectués après l'accident, les quantités de carburant à bord de l'avion étaient les suivantes : 1835 livres avant le départ de Windsor en direction de l'île Pelée, environ 1735 livres au moment de l'atterrissage à l'île Pelée et une quantité estimée de 1700 livres au moment du décollage pour le vol ayant mené à l'accident. La masse du fret s'élevait à 589 livres.

Si l'on utilise les poids standard publiés en RAC 3.5 de la *Publication d'information aéronautique* (A.I.P. Canada), on obtient un poids total de 1833 livres pour les occupants. Ce chiffre tient compte des vêtements et des bagages à main. En utilisant les poids passagers réels, on en arrive à une masse totale des occupants d'environ 2400 livres, soit une différence de quelque 570 livres. L'avion transportait également deux chiens d'un poids estimé à 70 livres chacun.

La masse maximale autorisée au décollage pour le Cessna Caravan est de 8750 livres (avec le conteneur de fret installé) et de 8550 livres pour le vol dans des conditions givrantes connues. Pour le vol de l'accident, et en utilisant le poids réel des occupants, les calculs donnent une masse au décollage de 9820 livres, soit une masse supérieure de 1270 livres à la masse maximale autorisée dans des conditions givrantes, ce qui correspond à une surcharge d'environ 15 %. Même en utilisant les poids passagers standard de l'A.I.P. Canada, la masse de l'avion aurait été supérieure de 703 livres à la masse maximale autorisée. En vertu des articles 703.37, 704.32 et 705.39 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), il est interdit d'utiliser un aéronef à moins que sa

masse et son centre de gravité ne soient conformes aux limites précisées dans le manuel de vol de l'aéronef. Le tableau 1 résume les calculs de masse et centrage pour le vol de l'accident en utilisant les poids réels et les poids standard de l'A.I.P. Canada.

Tableau 1. Masse au décollage calculée avec les poids réels et les poids de l'A.I.P. Canada

	Masse avec le poids réel (en livres)	**Masse avec le poids de l'A.I.P. Canada (en livres)**
Masse à vide de base	4991	4991
Masse du carburant sur l'aire de trafic	1735	1735
Fret	589	589
Occupants (9 hommes et 1 femme)	2400	1833*
2 chiens	140	140
Carburant consommé au démarrage et lors de la circulation au sol	-35	-35
Masse brute au décollage	9820	9253
Masse maximale autorisée au décollage (pour le vol dans des conditions givrantes connues)	8550	8550
Surcharge	1270	703

* Masse calculée à raison de 188 lb pour les hommes et de 141 lb pour les femmes.

1.5 Conditions météorologiques

1.5.1 Généralités

Le jour de l'accident, le sud-ouest de l'Ontario était sous l'influence de deux dépressions accompagnées d'un creux barométrique qui s'étendait d'une dépression située au-dessus du nord de l'Ontario jusqu'à une seconde située au-dessus du nord du Texas aux États-Unis. Ce creux s'est déplacé vers l'est pendant la période visée.

Une zone de nuages et de neige située en avant du creux barométrique a atteint le sud-ouest de l'Ontario dans la matinée et s'est maintenue dans cette région pendant plusieurs heures. Des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC) généralisées ont été observées à mesure que la zone de neige balayait la région. Pendant la journée, comme le montrent les sondages atmosphériques de Pittsburgh au New Hampshire aux États-Unis et de Detroit, une

couche d'air plus chaud en altitude a commencé à s'installer au-dessus de l'air plus froid présent en surface. Près du creux et juste en avant de celui-ci, cette couche d'air plus chaud a été suffisante pour créer des conditions généralisées de givrage et une zone de précipitations verglaçantes en surface. Plusieurs stations du nord de la Pennsylvanie, de l'Ohio et du Michigan aux États-Unis, et du sud-ouest de l'Ontario ont signalé la présence de pluie verglaçante et/ou de bruine verglaçante.

1.5.2 Conditions prévues

La prévision de zone graphique (GFA) pour la région où s'est produit l'accident, et qui était valide à partir de 13 h le 17 janvier, faisait état des conditions suivantes : couches donnant un ciel couvert débutant à 3000 pieds et montant jusqu'à 18 000 pieds; visibilité de 1 à 3 milles terrestres (sm) dans de la neige légère; givrage mixte modéré dans les nuages entre 3000 et 12 000 pieds (voir annexe C). Cette prévision de zone signalait la présence d'altocumulus castellanus épars noyés dans la couche montant jusqu'à 20 000 pieds, de visibilités de ½ sm dans de la neige et de plafonds à 500 pieds au-dessus du sol (agl).

La dernière prévision d'aérodrome (TAF) disponible pour Windsor (CYQG) avant le départ de Windsor à 16 h était celle qui avait été publiée à 12 h 30 le 17 janvier et qui était valide de 13 h le 17 janvier à 13 h le 18 janvier. Cette prévision faisait état des conditions suivantes : vent en surface du 160 °T à 10 noeuds, visibilité de ¾ sm dans de la neige légère, ciel couvert à 1000 pieds agl; temporairement entre 13 h et 19 h, visibilité de 3 sm dans de la neige légère, nuages épars à 1500 pieds agl, ciel couvert à 3000 pieds agl. À partir de 19 h, vent en surface du 210 °T à 10 noeuds, visibilité supérieure à 6 sm, ciel couvert à 1200 pieds agl; temporairement entre 19 h et 3 h, visibilité de 2 sm dans une légère bruine verglaçante, légère neige et brume, ciel couvert à 600 pieds agl; devenant entre 22 h et 24 h, vent en surface du 270 °T à 12 noeuds avec rafales à 22 noeuds.

Une autre TAF pour Windsor avait été publiée à 16 h 15 et était valide entre 16 h le 17 janvier et 13 h le 18 janvier. Elle faisait état des conditions suivantes : vent en surface du 180 °T à 8 noeuds, visibilité de 1½ sm dans de la neige légère, ciel couvert à 800 pieds agl; temporairement entre 16 h et 19 h, visibilité de 3 sm dans de la neige légère, nuages épars à 1500 pieds agl, ciel couvert à 3000 pieds agl. Probabilité de 40 %, entre 16 h et 19 h, d'une visibilité de 2 sm dans de la pluie verglaçante et de la brume; ciel couvert à 600 pieds agl.

La plus récente TAF disponible pour l'aéroport de Detroit Metro (KDTW) était celle qui avait été publiée à 12 h 32 le 17 janvier et qui était valide entre 13 h le 17 janvier et 13 h le 18 janvier. Après 15 h, la prévision était la suivante : vent en surface du 180 °T à 8 noeuds, visibilité de 4 sm dans de la brume, ciel couvert à 1400 pieds agl; temporairement entre 15 h et 17 h, visibilité de 1 sm dans une légère bruine verglaçante et de la brume.

La plus récente TAF disponible pour Toledo en Ohio aux États-Unis avait été publiée à 12 h 38 le 17 janvier et était valide entre 13 h le 17 janvier et 13 h le 18 janvier. Après 16 h, la prévision était la suivante : vent en surface du 170 °T à 8 noeuds, visibilité de 1½ sm dans de la brume, ciel couvert à 700 pieds agl; temporairement entre 16 h et 18 h, visibilité de ¾ sm dans une légère pluie verglaçante, de la neige et de la brume, ciel couvert à 300 pieds agl.

1.5.3 Conditions observées

Les conditions observées à l'aéroport de Windsor à 16 h étaient les suivantes : vent en surface du 180 °T à 6 noeuds; visibilité de 1¾ sm dans de la neige légère; ciel couvert à 800 pieds agl; température de -5 °C; point de rosée de -7 °C; calage altimétrique de 29,82. Une observation spéciale effectuée à Windsor à 16 h 41, environ trois minutes après l'heure de décollage signalée du vol GGN126 à l'île Pelée, faisait état des conditions suivantes : observation spéciale, vent en surface du 190 °T à 6 noeuds, visibilité de 2 sm dans de la neige légère, une légère pluie verglaçante et de la brume, ciel couvert à 500 pieds agl. La pluie verglaçante avait été signalée à 15 h 19 dans les conditions observées à l'aéroport de Detroit Metro.

Peu après 17 h le jour de l'accident, un exploitant aérien qui avait atterri à Put-in-Bay en Ohio aux États-Unis, localité située à environ 10 sm au sud-ouest de l'île Pelée, a déclaré que l'avion avait volé dans une légère bruine verglaçante qui avait causé une accumulation d'environ ¼ de pouce de givre transparent sur l'appareil.

Avant de décoller de Windsor, le pilote du C-FAGA avait appelé le gestionnaire de l'aéroport de l'île Pelée pour s'informer de la météo. Le gestionnaire n'était pas un observateur météorologique qualifié mais il avait déjà communiqué ce type d'information auparavant. Il a indiqué que le plafond était à environ 500 pieds avec une visibilité de 2 milles. Il estime que les conditions étaient toujours les mêmes lorsque l'avion a décollé pour effectuer le vol de l'accident. De nombreux témoins ont déclaré que des précipitations verglaçantes s'étaient mises à tomber à l'aéroport de l'île Pelée vers 16 h.

Comme de nombreux aéroports de catégorie similaire, l'aéroport de l'île Pelée ne dispose pas de moyens d'observation météorologique. Il incombe aux pilotes de s'assurer que les conditions météo sont acceptables pour le vol. L'île Pelée est située au milieu de l'extrémité ouest du lac Érié et est relativement exposée aux systèmes météorologiques qui traversent le lac.

1.5.4 Exposé météorologique

Le pilote avait appelé le FIC de London pour qu'on lui fasse parvenir par télécopieur un dossier météorologique couvrant la région du vol projeté. Le journal des exposés du FIC de London indique qu'un dossier météorologique a été télécopié au pilote à 15 h 8. Le dossier a été trouvé dans le poste de pilotage pendant les opérations de récupération de l'épave. Le dossier contenait cinq pages de renseignements météorologiques ainsi que des NOTAM (avis aux aviateurs) pour

Windsor (le METAR [message d'observation météorologique régulière pour l'aviation] de 15 h et la TAF de 12 h 30); pour Detroit Metro (le METAR de 14 h 45 et la TAF de 12 h 32); pour Toledo (le METAR de 14 h 52 et la TAF de 12 h 38) et pour London (le METAR de 15 h et la TAF de 12 h 30). La GFA pour le sud-ouest de l'Ontario ne s'y trouvait pas.

1.5.5 Conditions météorologiques prévues au terrain de dégagement

Sarnia (Ontario) était l'aérodrome de dégagement désigné dans le plan de vol déposé pour le vol de l'accident, mais le plan de vol trouvé dans l'avion indiquait que le terrain de dégagement prévu était Detroit. Un examen des transcriptions du contrôle de la circulation aérienne (ATC) révèle que le pilote n'a pas signalé à l'ATC le changement de terrain de dégagement (Detroit plutôt que Sarnia).

Le jour de l'accident, les observations et les prévisions météorologiques officielles de Sarnia se terminaient à 14 h. Sarnia était desservi par la même GFA que la région où s'est produit l'accident, d'où des visibilités de ½ sm dans de la neige et des plafonds de 500 pieds agl.

L'A.I.P. Canada en RAC 3.14.1 définit comme suit les exigences relatives aux minimums météorologiques pour les aérodromes de dégagement dans le cas d'un aéroport desservi par une GFA : les nuages ne sont pas inférieurs à 1000 pieds au-dessus de la valeur la plus basse de la hauteur au-dessus de la zone de poser (HAT) / de la hauteur au-dessus de l'aérodrome (HAA); pas de cumulonimbus; visibilité de 3 milles au moins. D'après ces critères, l'aéroport de Sarnia ne pouvait pas être le terrain de dégagement, car il ne répondait pas aux exigences précitées. L'aéroport de Detroit Metro aurait respecté ces exigences, abstraction faite des précipitations givrantes entre 15 h et 17 h.

1.6 Performances de l'aéronef

1.6.1 Procédure de décollage

Dans les procédures d'utilisation normalisées (SOP) de Georgian Express Ltd., les paramètres d'un décollage normal sont les suivants : volets 20°, puissance de décollage, rotation à la vitesse de référence calculée, montée à 83 noeuds jusqu'au franchissement des obstacles, accélération à une vitesse comprise entre 110 et 120 noeuds, rentrée des volets à 10° après avoir atteint 85 noeuds et 400 pieds au-dessus du sol, et volets à 0° après avoir atteint 95 noeuds et au moins 400 pieds au-dessus du sol. Les virages ne doivent pas avoir une inclinaison supérieure à 30° et, en règle générale, ils ne doivent pas être entrepris à une hauteur inférieure à 400 pieds au-dessus du sol.

Les SOP décrites ci-devant diffèrent quelque peu de la procédure normale de décollage figurant dans le manuel d'utilisation du Cessna Caravan, laquelle est la suivante : volets 20°, puissance de décollage, rotation à une vitesse comprise entre 70 et 75 noeuds, vitesse de montée entre 85 et 95 noeuds, rentrée des volets à 10° après avoir atteint 85 noeuds et à 0° après avoir atteint 95 noeuds.

1.6.2 *Performances en vol*

Les graphiques de performances qui figurent dans le manuel d'utilisation du Cessna Caravan ne permettent pas de faire des calculs au-delà de la masse maximale brute homologuée de 8750 livres (avec le conteneur de fret installé). Les enquêteurs ont calculé les vitesses de décrochage du Cessna Caravan à des masses supérieures à 8750 livres en se basant sur le coefficient de portance maximal dérivé des données des essais en vol de Cessna[4]. Le tableau 2 montre les vitesses de décrochage de l'avion pour diverses configurations de volets, en l'absence de toute trace de glace sur les surfaces portantes. Les vitesses indiquées en noeuds (KIAS) ont été dérivées des vitesses corrigées en noeuds (KCAS) calculées (qui sont indiquées entre parenthèses). Les vitesses présentées ci-après ont été calculées uniquement pour analyser la chronologie des événements entourant l'accident. Elles n'ont pas été validées. Pour les vols effectués dans des conditions givrantes à une masse supérieure à la masse maximale brute autorisée au décollage, les vitesses de décrochage et de contrôle demeurent inconnues et imprévisibles.

Tableau 2. Vitesses approximatives de décrochage en KIAS avec la vitesse calculée en KCAS entre parenthèses.

Masse de l'avion (en livres)	Volets 20°	Volets 10°	Volets 0°
8550*	52 (62,6)	57 (67,7)	63 (77,5)
8750	53 (63,3)	58 (68,4)	64 (78,4)
9820**	**59** (67,1)	**64** (72,5)	**75** (83,1)
10 100***	61 (68,1)	65 (73,5)	77 (84,3)

* Masse maximale autorisée au décollage pour le vol dans des conditions givrantes
** Masse au décollage réelle
*** Masse au décollage réelle plus estimation de l'accumulation des précipitations verglaçantes

4 La plupart des renseignements fournis dans le présent paragraphe sont tirés du rapport du Laboratoire technique du BST nº LP 036/04 - *Aircraft Performance Analysis Report* (Rapport de l'analyse des performances de l'aéronef). Ce rapport est disponible sur demande.

La présence de glace sur l'aile d'un aéronef diminue la portance, augmente la traînée et réduit l'angle d'attaque correspondant au coefficient de portance maximal. L'avion décrochera à un angle d'attaque plus faible, et l'avertisseur de décrochage offrira une marge de sécurité réduite par rapport à la situation où l'aile est propre. L'importance de la perte de portance est fonction du profil aérodynamique. On sait que le profil aérodynamique du Cessna Caravan est très sensible à la présence de glace, la perte de portance pouvant dépasser les 50 %. Pour tenir compte de la possibilité d'une accumulation de glace sur l'extrados de l'aile, des réductions prudentes de l'ordre de 20 et 30 % ont été appliquées aux chiffres du coefficient de portance maximal ($C_{z\,max}$), et les vitesses de décrochage ont été recalculées (voir tableau 3).

Tableau 3. Vitesses approximatives de décrochage avec réduction du $C_{z\,max}$ en KIAS, avec la vitesse calculée en KCAS entre parenthèses.

	20 % de réduction du $C_{z\,max}$			**30 % de réduction du $C_{z\,max}$**		
Masse de l'avion (en livres)	Volets			Volets		
	20°	10°	0°	20°	10°	0°
8550*	64 (70,0)	69 (75,6)	83 (86,7)	71 (74,8)	78 (80,9)	90 (92,6)
8750	65 (70,8)	71 (76,5)	84 (87,9)	73 (75,7)	79 (81,8)	93 (93,7)
9820**	**71** (75,0)	**78** (81,1)	**91** (92,9)	**79** (80,2)	**84** (86,7)	**99** (99,3)
10 100***	73 (76,1)	79 (82,2)	92 (94,2)	80 (81,3)	86 (87,9)	100 (100,7)

* Masse maximale autorisée au décollage pour un vol dans des conditions givrantes

** Masse au décollage réelle

*** Masse au décollage réelle plus estimation de l'accumulation des précipitations verglaçantes

Des témoins ont indiqué que l'avion pouvait avoir accumulé jusqu'à ⅛ de pouce de glace provenant des précipitations verglaçantes. Compte tenu de la surface formée par l'extrados de l'aile, l'extrados de l'empennage horizontal et la partie supérieure du fuselage, on a estimé que la glace aurait pu ajouter une masse supplémentaire de 280 livres à la masse au décollage, ce qui aurait par ailleurs fait augmenter encore davantage les vitesses de décrochage de l'avion. Et une autre augmentation de la vitesse de décrochage se serait également produite si l'avion était en virage. Tel qu'indiqué en 1.6.1 du présent rapport, le pilote qui suit les procédures normales rentre les volets de 10° à 0° à une vitesse minimale de 95 KIAS. La vitesse de décrochage calculée à la masse de 10 100 livres (9820 lb + 280 lb), avec une réduction de 20 % due à la présence de la glace, était d'environ 92 KIAS (94,2 KCAS). Cela veut dire que si les volets ont été rentrés à 0° à 95 KIAS, la marge de sécurité par rapport au décrochage aurait été très faible, voire nulle, surtout si l'avion était en virage.

Comme la masse de l'avion excédait sa masse maximale brute autorisée au décollage, on n'a pas pu se servir du manuel d'utilisation de l'avion pour calculer les distances de décollage. Toutefois, d'autres méthodes de calcul ont montré que la longueur de la course au décollage d'un avion ayant une masse de 10 100 livres et une portance réduite de 20 % serait supérieure à la longueur de piste utilisable à l'île Pelée de 3300 pieds, sauf avec les volets sortis à 20°.

1.7 *Givrage de l'aéronef*

1.7.1 *Certification de l'aéronef*

Il a été démontré que le Cessna 208 satisfaisait aux exigences de protection contre le givrage de la FAR 23.1419 des *Federal Aviation Regulations* (FAR), une fois l'équipement de protection contre le givrage installé conformément à la liste d'équipement de l'avion. Le C-FAGA était équipé de l'ensemble de protection contre le givrage prévu pour le Cessna 208. Cet ensemble comprend notamment les boudins servant au dégivrage pneumatique des ailes, des haubans d'aile, des jambes du train d'atterrissage principal, du cône avant du conteneur de fret (s'il est installé) ainsi que des bords d'attaque des stabilisateurs et de la dérive. Il comprend également des gaines assurant un antigivrage électrique des pales d'hélice ainsi qu'un panneau amovible chargé de l'antigivrage électrique du pare-brise. Grâce à la certification sur la protection contre le givrage, l'avion est autorisé à voler dans des conditions givrantes, selon la définition concernant les domaines de vol à l'appendice C de la FAR 25 en cas de givrage maximal continu et de givrage maximal intermittent, lorsque l'avion est exploité conformément à son manuel d'utilisation et à son manuel de vol approuvé par la Federal Aviation Administration (FAA).

1.7.2 *Renseignements sur le givrage dans le manuel de vol du Cessna 208*

Le supplément 1 du manuel d'utilisation du Cessna Caravan indique également que l'avion ne devrait pas décoller d'un aéroport où de la pluie ou de la bruine verglaçante sont signalées, ni se rendre à un tel aéroport. De plus, on y précise que la vitesse minimale pour le vol dans des conditions givrantes devrait être de 105 noeuds, volets rentrés. Le supplément au manuel d'utilisation mentionne aussi que, si les boudins de dégivrage ne fonctionnent pas, l'alarme sonore de l'avertisseur de décrochage risque de ne pas retentir et que, en présence d'une grande quantité de glace sur les bords d'attaque des ailes, il se pourrait qu'il n'y ait que très peu de tremblements, voire pas du tout, avant le décrochage. Il y est également dit que l'utilisation des boudins de dégivrage donne lieu à une augmentation des vitesses de décrochage pouvant atteindre 10 noeuds. Comme le Cessna Caravan est un avion à aile haute, il est difficile pour le pilote de déterminer si de la glace se forme en arrière des boudins de dégivrage sur l'extrados des ailes (situation qui diminue davantage la portance que la formation de glace sur l'intrados des ailes).

D'après le supplément 1 du manuel d'utilisation du Cessna Caravan, l'équipement de protection contre le givrage en vol n'est pas conçu pour éliminer de façon suffisante les accumulations de glace, de neige ou de givre recouvrant un avion au stationnement, afin de garantir un décollage en toute sécurité ou la poursuite du vol en toute sécurité. Il faut recourir à d'autres méthodes (comme un hangar chauffé ou des liquides de dégivrage approuvés) pour s'assurer avant le décollage de l'absence de toute accumulation de glace, de neige ou de givre sur la totalité des surfaces des ailes, des haubans d'aile, du train d'atterrissage, du conteneur de fret, de l'empennage, des gouvernes, de l'hélice et du pare-prise ainsi que sur les mises à l'air libre du circuit carburant. Cessna a inclus dans le supplément l'avertissement suivant : [Traduction] « Le non-respect de ces exigences va entraîner une dégradation des performances de l'avion telle que l'avion risque de ne pouvoir effectuer un décollage et une montée en toute sécurité ». Cessna a également organisé à l'intention des acheteurs de Cessna Caravan un séminaire qui souligne les effets du givrage sur l'avion.

La section du manuel de l'avion du Cessna Caravan consacrée aux situations d'urgence renferme plusieurs avertissements sur l'utilisation des volets dans des conditions de fort givrage; celles-ci découlent des exigences de la rubrique(a)(2) de la consigne de navigabilité 96-09-15.

> [Traduction]
> Ne pas sortir les volets en cas de vol prolongé dans des conditions givrantes. Des volets sortis peuvent entraîner une réduction de l'angle d'attaque de l'aile, avec possibilité de formation de glace sur l'extrados de l'aile plus en arrière que d'habitude, peut-être même en arrière de la partie protégée de l'aile.
>
> Si les volets sont sortis, ne pas les rentrer avant que la cellule soit exempte de glace.

Le manuel de l'avion donne également plusieurs avertissements concernant l'utilisation des volets en cas d'entrée intempestive dans des conditions givrantes :

> [Traduction]
> Utiliser une vitesse d'approche minimale de 105 noeuds et ne sortir les volets qu'au minimum nécessaire.
>
> Ne pas sortir les volets de plus de 20° à l'atterrissage.
>
> En cas d'importantes accumulations de glace sur le bord d'attaque des stabilisateurs, ne pas sortir les volets en croisière ou en attente.

Une fois les volets sortis, ne pas les rentrer, sauf si cela s'impose en cas de remise des gaz. Les volets doivent alors être rentrés progressivement et l'avion doit conserver un excédent de vitesse de l'ordre de 5 à 10 noeuds.

1.7.3 Directives de la compagnie en matière de givrage

La compagnie offrait à ses pilotes une formation initiale et périodique sur la contamination des surfaces et le givrage en vol. La formation comprenait, entre autres, des discussions sur les effets aérodynamiques, sur les tactiques à utiliser en cas de givrage, sur l'utilisation de l'équipement de l'avion ainsi que sur les consignes et les SOP de la compagnie. L'exposé donné pendant la formation et les SOP traitent spécifiquement des questions liées à une « entrée intempestive dans des conditions givrantes », mais les SOP ne contiennent pas de « procédures pour sortir d'un secteur où règnent des conditions de fort givrage » comme celles décrites à la section 3 du manuel d'utilisation consacrée aux procédures d'urgence. Le pilote de l'avion accidenté avait suivi sa formation le 26 novembre 2003.

1.7.4 Politique réglementaire canadienne traitant du givrage des aéronefs

Il existe de très nombreuses dispositions réglementaires traitant spécifiquement des opérations dans des conditions givrantes. Le paragraphe 602.11(2) du RAC stipule que : « Il est interdit d'effectuer ou de tenter d'effectuer le décollage d'un aéronef si du givre, de la glace ou de la neige adhèrent à toutes surfaces critiques ». La norme 622.11 (Opérations dans des conditions de givrage au sol) du RAC précise ce que doit contenir le programme sur les opérations dans des conditions de givrage au sol d'un exploitant aérien. Il s'agit d'un ensemble complet de lignes directrices qui traite du plan de gestion de l'exploitant, des procédures de dégivrage et d'antigivrage des aéronefs, des tableaux des délais d'efficacité, des procédures d'inspection des aéronefs et de production de rapports ainsi que des paramètres de formation et d'évaluation. La norme 723.105(t) du RAC portant sur les services aériens commerciaux précise que le manuel d'exploitation de la compagnie doit inclure des procédures à suivre en cas de contamination des surfaces critiques par la glace, le givre et la neige.

1.7.5 Données historiques sur les accidents de Cessna 208 liés au givrage

Le nombre d'accidents de Cessna Caravan dans des conditions givrantes a soulevé suffisamment d'inquiétudes aux États-Unis pour qu'une étude soit récemment menée par la Remaining Risk Joint Safety Analysis Team (Équipe mixte d'analyse de la sécurité portant sur les risques résiduels) composée de représentants de la FAA, de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) et de l'industrie. Les résultats de cette étude n'ont pas encore été publiés, mais les points examinés portent, entre autres, sur la réglementation, la formation et l'équipement.

Le National Transportation Safety Board (NTSB) des États-Unis examine actuellement les accidents de Cessna Caravan liés au givrage afin de déterminer s'il y a un problème systémique, soit au niveau de l'avion, soit au niveau de son utilisation. Au Canada, quatre accidents sont survenus à des Cessna Caravan dans des conditions givrantes.

1.7.6 Mesures prises par le National Transportation Safety Board à propos du givrage du Cessna 208

À la fin de 2003, le NTSB a entrepris un examen poussé de 26 événements liés au givrage survenus à des Cessna 208. L'examen a permis d'établir que dans 10 cas sur 26, le décollage avait été entrepris alors qu'on n'avait pas délogé toute la glace qui s'était accumulée sur l'avion pendant qu'il était au sol. Une autre explication possible serait que le Cessna est un avion à aile haute et qu'il est par le fait même plus difficile physiquement de procéder à une inspection visuelle détaillée de l'extrados de l'aile que s'il s'agissait d'un avion à aile basse. Le rapport d'examen mentionne également que, au cours de l'évaluation de sécurité du Cessna 208 menée par la FAA en 2002, les inspecteurs de la FAA ont demandé aux pilotes s'ils étaient autorisés à décoller avec un Cessna 208 dont les ailes ou les stabilisateurs étaient recouverts de givre, de neige ou de glace polie. Huit des 22 pilotes interrogés ont déclaré qu'ils croyaient que cela était autorisé ou qu'ils n'étaient pas certains. En conséquence, le 15 décembre 2004, le NTSB a recommandé à la FAA de prendre le plus rapidement possible les mesures suivantes :

> [Traduction]
> Que la FAA exige que tous les pilotes et les exploitants de Cessna 208 équipés pour le vol dans des conditions givrantes connues suivent annuellement une formation saisonnière sur le dégivrage au sol et le vol dans des conditions givrantes. Cette formation saisonnière devrait être prévue à une date permettant de précéder les opérations de l'exploitant menées par temps froid, et elle devrait porter spécifiquement sur les points suivants : (1) les limites du Cessna 208 dans des situations de givrage; (2) les systèmes et les commandes de dégivrage et d'antigivrage du Cessna 208 et leur utilisation; (3) les mesures que doit prendre le pilote pendant des opérations au sol par temps froid, l'accent étant mis sur la nécessité de procéder à un examen visuel et tactile méticuleux de l'extrados des ailes et des stabilisateurs au cours de l'inspection prévol afin de s'assurer de l'absence de glace avant le décollage; (4) les mesures que doit prendre le pilote pendant des vols par temps froid, l'accent étant mis sur la reconnaissance en temps opportun d'accumulations potentiellement dangereuses de glace et sur l'importance d'avoir une stratégie appropriée pour sortir des conditions givrantes et de recourir rapidement à cette stratégie; (5) les dangers découlant de la dégradation des performances

provoquée par la glace qui reste après la mise en marche des boudins de dégivrage; et (6) les limites, les mises en garde et les remarques qui figurent dans le manuel d'utilisation du Cessna 208. (A-04-64)

[Traduction]
Que la FAA exige que la Cessna Aircraft Company élabore, de concert avec les exploitants de Cessna 208, des stratégies opérationnelles efficaces (par exemple, des stratégies prévol par temps froid dans des endroits éloignés, des méthodes viables de collecte de renseignements météorologiques reliés au givrage avant et pendant le vol, des indices permettant de détecter et de surveiller le givrage, une utilisation optimale des systèmes d'antigivrage et de dégivrage, des vitesses minimales pour toutes les phases de vol, une bonne utilisation des volets et de la puissance moteur dans des conditions givrantes et, enfin, la mise en place de limites d'accumulation de glace et de stratégies de sortie destinées aux pilotes volant dans des conditions givrantes) ainsi que des documents d'orientation connexes afin de minimiser les risques d'accidents ou d'incidents de Cessna 208 dus à des problèmes de givrage au sol et en vol; la FAA devrait ensuite veiller à ce que ces stratégies et ces documents consultatifs soient incorporés en temps opportun dans les programmes de formation et les manuels des exploitants de Cessna 208. (A-04-65)

[Traduction]
Que la FAA exige que tous les pilotes et les exploitants de Cessna 208 effectuent un examen visuel et tactile du bord d'attaque et de l'extrados des ailes et des stabilisateurs afin de s'assurer de l'absence de contamination de ces surfaces par de la neige et/ou de la glace avant tout vol partant d'un endroit où les températures favorisent la formation de givre ou de givrage au sol. (A-04-66)

[Traduction]
Que la FAA évalue ses procédures actuelles de surveillance des exploitants de Cessna 208 équipés pour le vol dans des conditions givrantes connues afin de déterminer si cette surveillance garantit avec toute l'efficacité voulue que ces exploitants respectent les exigences fédérales en matière de dégivrage et, le cas échéant, de modifier ses procédures de surveillance dans le but de garantir un tel respect. (A-04-67)

Le 29 décembre 2004, le NTSB a publié une alerte aux pilotes traitant de l'accumulation de glace sur l'extrados des ailes qui stipulait ceci :

> [Traduction]
> D'après les essais en soufflerie, une rugosité de l'extrados de l'aile causée par des particules n'ayant pas plus de 1 ou 2 mm de diamètre (la grosseur d'un grain de sel de table) et ayant une densité d'environ une particule par centimètre carré, peut provoquer une perte de portance de l'ordre de 22 et 33 % respectivement en effet de sol et hors effet de sol. Des recherches ont montré que des quantités quasiment imperceptibles de glace sur l'intrados de l'aile d'un avion peuvent entraîner, au moment du décollage, une dégradation importante des performances.

1.7.7 Activation des boudins de dégivrage de l'aéronef

L'aile du Cessna 208B suit le profil NACA 23000. À la référence aile 35,0 (emplanture de l'aile), le profil est un NACA 23017 qui se transforme, après une transition continue, en un profil NACA 23012 à la référence aile 306,0 (saumon d'aile). Des études expérimentales[5] se sont penchées sur les effets des accrétions de glace résiduelle et des accrétions de glace entre deux cycles. Ces accrétions résultent du fonctionnement cyclique des systèmes de dégivrage des aéronefs. Par glace résiduelle, on entend l'accrétion de glace présente à la surface dégivrée immédiatement après l'activation du système de dégivrage. Par glace entre deux cycles, on entend l'accrétion de glace immédiatement avant l'activation du système de dégivrage.

Les études révèlent que le profil NACA 23012 est très sensible aux accrétions de glace sur le bord d'attaque. Par comparaison avec d'autres profils utilisés en aviation générale, le profil NACA 23012 présente les dégradations de performances les plus importantes. Les études ont montré que le givrage entre deux cycles provoquait une dégradation importante des performances. Il y a eu réduction du coefficient de portance maximal de 1,8 (aile propre) à

---

[5]
- American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA) 2003-0728, *Effect of Airfoil Geometry on Performance with Simulated Intercycle Ice Accretions* (Effet de la géométrie du profil de l'aile sur les performances en présence d'accrétions simulées de glace entre deux cycles de fonctionnement), M.B. Bragg et A.P. Broeren;
- AIAA 2002-0240, *Effects of Intercycle Ice Accretions on Airfoil Performance* (Effets des accrétions de glace entre deux cycles de fonctionnement sur les performances d'un profil d'aile), M.B. Bragg et al;
- AIAA 99-0092, *Effects of Simulated – Spanwise Ice Steps on Airfoils*, *Experimental Investigation* (Effets de cordons de glace simulés dans le sens de l'envergure sur les profils d'aile, enquête expérimentale), S. Lee et M.B. Bragg;
- DOT/FAA/AR-02/68 en date de mai 2002, *Effects of Residual and Intercycle Ice Accretions on Airfoil Performance* (Effets des accrétions de glace résiduelle et des accrétions de glace entre deux cycles de fonctionnement sur les performances d'un profil d'aile).

0,7 (glace sur l'aile) et réduction des angles de décrochage de 17° (aile propre) à 9° (glace sur l'aile). Le rapport DOT/FAA/AR-02/68 en date de mai 2002 fait également état d'essais portant sur différents intervalles entre deux cycles de fonctionnement (entre une et trois minutes), et la dégradation des performances a été moindre à un intervalle d'une minute.

Les essais ont permis d'établir que les boudins de dégivrage étaient tout aussi efficaces s'ils étaient activés 11 secondes après le début de l'accrétion de glace que si l'on attendait une accrétion de ¼ de pouce de glace. Les accumulations supérieures à ¼ de pouce de glace entraînaient une dégradation importante des performances. Le manuel d'utilisation du Cessna Caravan (S1-22) recommande d'attendre qu'il y ait une accumulation de ½ à ¾ de pouce de givre blanc avant d'activer les boudins de dégivrage, mais une accumulation de seulement ¼ à ⅜ de pouce de givre transparent avant de les activer.

Le rapport DOT/FAA/AR-02/68 de mai 2002 conclut qu'il vaut mieux, pour limiter les accrétions de glace entre deux cycles, activer les boudins dès que l'on détecte la présence de glace et utiliser par la suite un intervalle d'une minute entre deux cycles. Le rapport recommande également une utilisation « précoce et fréquente » des boudins de dégivrage. De plus, il recommande d'autres études et, éventuellement d'autres essais en vol, compte tenu du petit nombre de cas d'essai. Au printemps 2005, Cessna a effectué des évaluations en vol en faisant une utilisation « précoce et fréquente » des boudins de dégivrage. De plus, en 2005, la FAA a mené des essais en soufflerie du profil de l'aile du Cessna Caravan. Les résultats de ces études n'ont pas encore été publiés.

1.7.8 Couverture offerte par les boudins de dégivrage du Cessna 208

Le rapport AIAA 99-0092 de l'American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA) s'est penché sur les effets des cordons de glace sur différentes sections de profils d'aile. Là encore, on a constaté que le profil NACA 23012 présentait une dégradation de performances plus importante que les autres profils utilisés en aviation générale. Ce genre d'accumulation sous forme de cordon de glace dans le sens de l'envergure est susceptible de se produire sur un avion quand la glace s'accumule derrière le boudin de dégivrage du bord d'attaque.

Lors des essais sur les cordons de glace dans le sens de l'envergure, on a retenu divers emplacements le long de la corde afin de déterminer l'emplacement le plus critique. Dans le cas du profil NACA 23012, l'emplacement le plus critique se situait aux environs de 12 % de la corde. À la référence aile 306,0, les boudins de dégivrage du Cessna 208B s'étendent vers l'arrière sur 5 % de la corde de l'extrados de l'aile. L'emplacement le plus critique n'est pas couvert par les boudins de dégivrage, ce qui signifie que, si de la glace s'accumule en arrière des boudins de dégivrage, il va y avoir une dégradation importante des performances. L'importance de la perte de portance va être fonction de l'épaisseur de l'accumulation de glace.

1.8 *Aides à la navigation*

L'aéroport de l'île Pelée est équipé d'un radiophare non directionnel (le NDB PT) pour la piste 09/27 permettant d'effectuer des approches NDB/VOR ou des approches NDB. La dernière vérification en vol du NDB PT avait été faite par NAV CANADA le 30 mai 2003. Le fonctionnement du NDB avait alors été jugé acceptable.

1.9 *Renseignements sur l'aérodrome*

L'aéroport de l'île Pelée est située à quelque 31 nm au sud de Windsor, à une altitude de 571 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl). La région du sud de l'Ontario, où se sont déroulés les vols GGN125 et GGN126, est desservie par le centre de contrôle de la circulation aérienne en route (ARTCC) de Cleveland qui fournit le service ATC aux aéronefs IFR. La piste principale de l'aéroport est la piste 09/27. La piste mesure 3300 pieds de longueur sur 75 pieds de largeur, et sa surface est asphaltée. L'aéroport de l'île Pelée est un aéroport certifié, homologué et réglementé par Transports Canada.

La piste et l'aire de trafic avaient été nettoyées par le gestionnaire de l'aéroport avant l'arrivée du vol GGN125. Au moment de l'atterrissage et du décollage des vols GGN125 et GGN126, la piste était recouverte à 70 % de neige.

Le jour de l'accident, le NOTAM 040006 était en vigueur pour l'aéroport de l'île Pelée pour signaler que le phare rotatif et les feux d'identification de piste de l'aérodrome ne fonctionnaient pas. L'indicateur de direction du vent, l'altimètre et les services de la station UNICOM étaient inutilisables. La possibilité d'une absence de service UNICOM et d'absence de renseignements altimétriques est traitée dans les instructions du *Canada Air Pilot*. Rien n'indique que le pilote des vols GGN125 et GGN126 ait essayé de communiquer avec l'aéroport sur la fréquence UNICOM. Ces facteurs n'ont eu aucune incidence sur la conduite des vols GGN125 et GGN126.

1.10 *Enregistreurs de bord*

L'avion n'était pas équipé d'enregistreurs de bord, et il n'était pas tenu de l'être en vertu de la réglementation en vigueur. Sans enregistreurs, il a été plus difficile d'établir la chronologie des événements ayant mené à l'accident.

1.11 *Renseignements sur l'épave et sur l'impact*

L'avion a été détruit au moment du choc contre la glace (voir annexe E). L'avion a été trouvé au fond du lac où il reposait dans 27 pieds d'eau. L'appareil était sur le ventre, l'aile gauche basse et était orienté vers l'ouest. Il était presque disloqué. Le moteur semblait ne plus être relié que par des câbles et des fils. Le fuselage avant présentait des dommages importants qui se prolongeaient vers l'arrière jusqu'au bord de fuite des ailes. La partie avant du fuselage était

grande ouverte à l'extrémité avant et fendue à plusieurs endroits le long des côtés. Le caisson central de la voilure avait été arraché de la partie supérieure du fuselage et n'était plus que partiellement rattaché au côté. Les deux ailes étaient presque détachées du fuselage et présentaient d'importants dommages en compression le long des bords d'attaque. L'aile gauche était recourbée vers l'arrière. L'empennage était relativement intact. Toutes les ruptures relevées sur la structure de l'avion ont été attribuées au choc ou à des coupures faites pendant la récupération de l'épave. Rien n'indiquait la présence d'une défaillance structurale antérieure à l'impact.

Les dommages structuraux indiquent que l'avion a percuté la glace dans un piqué accentué, l'aile gauche basse. L'examen des instruments de l'appareil révèle que l'avion présentait une inclinaison de 80° à gauche et un angle de piqué de l'ordre de 35° lorsqu'il a heurté la surface gelée du lac. La vitesse était de quelque 128 noeuds, et la vitesse verticale, d'environ 2250 pieds par minute.

Les commandes de vol ont été examinées, et toutes les ruptures ont été attribuées aux coupures faites lors de la récupération de l'épave ou à des ruptures en surcharge. Rien n'indique que le système de commandes de vol ait présenté une discontinuité avant l'accident. L'examen des volets indique que les deux volets étaient complètement rentrés ou presque au moment du contact avec la surface gelée du lac.

1.12 *Renseignements médicaux*

Le pilote possédait un certificat médical de l'aviation civile en état de validité. L'enquête n'a révélé aucun problème médical préexistant susceptible d'avoir perturbé les capacités du pilote.

1.13 *Questions relatives à la survie des occupants*

1.13.1 *Généralités*

Tous les décès ont été attribués à des traumatismes contondants multiples typiques d'un choc violent. La force d'impact a été supérieure à 16 g, ce qui dépasse les exigences de conception de l'avion fixées à 9 g. Tous les sièges des occupants se sont fracturés et se sont partiellement désolidarisés du plancher. Malgré la violence du choc, la porte passager arrière droite était utilisable et aurait pu servir de sortie de secours.

1.13.2 *Affichettes de porte et carte de mesures de sécurité*

L'affichette intérieure et l'affichette extérieure placées sur le panneau supérieur de la porte arrière droite n'étaient pas les bonnes affichettes (voir annexe F). L'affichette intérieure indiquait que, pour ouvrir le panneau supérieur de la porte, il fallait tourner la poignée dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, alors qu'en fait il fallait la tourner dans le sens des aiguilles

d'une montre. L'affichette portait la référence 2605013-1; la bonne référence est 2605013-2. Par ailleurs, l'affichette extérieure ne mentionnait pas toutes les étapes nécessaires pour ouvrir la porte de l'extérieur; de plus, elle était conçue pour un autre type de porte, une porte de membre d'équipage. L'affichette portait la référence 2605012-18; la bonne référence est 2605012-14.

L'enquête n'a pas permis d'établir à quel moment ces mauvaises affichettes ont été apposées sur l'avion. Toutefois, l'appareil avait été repeint pour la dernière fois dans les installations de l'avionneur. L'examen d'autres Cessna Caravan montre qu'il s'agit d'un cas isolé. Par ailleurs, les affichettes intérieure et extérieure décrivant comment ouvrir les portes de l'avion n'étaient pas conçues de manière à être visibles dans l'obscurité, ce qui n'est toutefois pas contraire à la réglementation. Cependant, la FAR 23.807 mentionne que les sorties de secours doivent être situées et marquées de façon à être faciles d'accès et faciles à ouvrir, même dans l'obscurité.

Transports Canada avait examiné la carte de mesures de sécurité de Georgian Express Ltd. en juin 2000 et avait envoyé une lettre de « respect des normes » à Georgian Express Ltd. Cependant, la carte de mesures de sécurité trouvée dans l'avion accidenté était une carte d'Air Georgian. Les enquêteurs du BST ont examiné cette carte en liaison avec le paragraphe 723.39(4) des *Normes de services aériens commerciaux* de Transports Canada pour vérifier son contenu, sa précision et sa clarté. Certains renseignements de sécurité obligatoire étaient absents, notamment les renseignements sur le rangement des bagages de cabine et sur la position de protection à adopter dans le cas d'un adulte tenant un enfant en bas âge. De plus, les pictogrammes décrivant les systèmes de retenue des passagers et le fonctionnement des issues de secours étaient ambigus et difficiles à comprendre.

L'accident n'offrait aucune chance de survie; cependant, l'insuffisance de renseignements et d'instructions sur les cartes de mesures de sécurité et les affichettes aurait pu gêner l'évacuation rapide des occupants en toute sécurité en cas d'urgence.

1.13.3 Transport d'animaux

Même si le dépliant de la STOS mentionnait que Georgian Express Ltd. avait une politique relative au transport d'animaux à bord de ses aéronefs, aucune politique en la matière n'a été trouvée dans la documentation de Georgian Express. L'alinéa 602.86(1)b) du RAC stipule que les bagages de cabine, l'équipement et le fret doivent être retenus de façon à prévenir leur déplacement au sol et en vol. On s'attend à ce que tout animal, autre qu'un animal d'assistance, soit transporté dans une cage fermée et soit de ce fait considéré soit comme un bagage de cabine ou comme du fret qui doit être immobilisé. Les chiens transportés à bord de l'avion accidenté n'étaient pas en cage. Dans un accident d'avion présentant des forces g, tout article lourd qui n'est pas bien immobilisé peut se transformer en projectile qui peut blesser les passagers et l'équipage. De plus, tout animal qui n'est pas en cage risque de gêner l'accès à une issue de secours et de ralentir l'évacuation, prolongeant ainsi l'exposition des occupants à un environnement potentiellement mortel.

1.13.4 Radiobalise de repérage d'urgence

L'ELT a été trouvée dans l'épave, et des essais ont montré qu'elle était en bon état de fonctionnement. Selon toute vraisemblance, l'ELT s'est déclenchée sous le choc. Toutefois, comme la majeure partie de l'avion s'est enfoncé dans l'eau après le contact avec la surface gelée du lac, le signal a dû être si faible qu'il est devenu impossible à détecter.

1.14 Surveillance de la compagnie

Georgian Express Ltd. avait déjà assuré le service aérien d'hiver vers l'île Pelée de 2000 à 2002. Une autre compagnie aérienne avait obtenu le contrat en 2002. Le contrat était de deux ans, mais la compagnie n'avait pas été en mesure d'assurer le service la deuxième année. C'est Georgian Express Ltd. qui avait obtenu le contrat pour 2003-2004 au moment du nouvel appel d'offres en octobre 2003. Les vols ont débuté le 13 décembre 2003. Le gestionnaire des opérations était sur le premier vol pour s'occuper des questions d'ordre opérationnel comme les contrats de ravitaillement en carburant et d'entretien courant des aéronefs, l'accès à l'aire de trafic, les préposés aux passagers et les ententes de facturation.

En vertu du paragraphe 723.07(3) du RAC, il incombe à la compagnie de coordonner la fourniture des services à ses aéronefs, comme le carburant, le dégivrage et les préposés aux passagers. La base de la compagnie, située à Toronto, avait fourni de petits contenants (d'environ 2 gallons) de liquide de dégivrage semblables aux vaporisateurs de jardin pour que les équipages puissent les transporter à bord et s'en servir dans les endroits éloignés. Aucun contenant de liquide de dégivrage n'a été trouvé dans l'épave de l'avion. Il n'y avait aucune installation de dégivrage à l'île Pelée pour dégivrer l'avion, et il n'y avait aucun moyen, comme une échelle, pour inspecter l'extrados des ailes et la partie supérieure du fuselage.

Chez Georgian Express Ltd., ce sont les pilotes qui s'occupent eux-mêmes de la régulation des vols. Le gestionnaire des opérations délègue le contrôle opérationnel au commandant de bord du vol mais conserve la responsabilité au quotidien des opérations aériennes. Cela veut dire que le commandant de bord doit obtenir les renseignements météorologiques et les évaluer, faire la préparation de vol, et gérer la configuration de l'avion et la répartition de la charge à bord de l'aéronef. La compagnie utilise le plan de vol exploitation pour documenter les paramètres de vol et les renseignements de masse et centrage. D'après le manuel d'exploitation de la compagnie, la copie de couleur chamois du plan de vol doit être laissée à une personne responsable en cas d'intervention des services de recherche et sauvetage (SAR). La première copie ne parvient pas aux opérations de la compagnie avant la fin de la journée ou avant que le pilote ne rentre à Toronto.

Pour les opérations à l'île Pelée, la copie de couleur chamois devait être confiée au préposé aux passagers soit à Windsor, soit à l'île Pelée, mais cette procédure n'était pas respectée. Le pilote en chef avait répété à plusieurs reprises aux pilotes de remplir tous les papiers; toutefois, pour les opérations à l'île Pelée, il est arrivé nombre de fois que des formulaires nécessaires soient mal remplis, voire pas remplis du tout.

À l'île Pelée, l'horaire des vols de la compagnie prévoyait une escale de 10 minutes. Pendant l'escale, les pilotes devaient s'occuper du débarquement et de l'embarquement des passagers ainsi que du déchargement et du chargement du fret (calculs de masse et centrage compris), faire l'inspection de l'avion, vérifier la météo et modifier le plan de vol au besoin.

1.15 Surveillance réglementaire

1.15.1 Processus de surveillance

La direction de l'Aviation commerciale et d'affaires de Transports Canada est responsable de la surveillance des opérations aériennes commerciales régies par l'article 700 du RAC. Au sein de la direction de l'Aviation commerciale et d'affaires, la division des normes d'agrément s'occupent des agréments et la division des normes opérationnelles s'occupent des opérations. La division des normes d'agrément traite les demandes de nouvelles opérations et les modifications aux opérations existantes. Elle veille également à ce que les exploitants aériens respectent les exigences des *Normes de service aérien commercial*. La division des normes opérationnelles surveille les opérations au quotidien pour garantir que les compagnies aériennes conduisent leurs activités conformément à leur certificat d'exploitation aérienne. Au besoin, les divisions des normes d'agrément et des normes opérationnelles échangent des renseignements sur des sujets qui les concernent.

La division des normes opérationnelles fait des vérifications officielles, des inspections, des contrôles de compétence pilote, des inspections sur l'aire de trafic et des inspections en vol. Chaque exploitant aérien se voit assigner un inspecteur principal de l'exploitation (IPE) qui surveille les opérations de la compagnie. Les activités des IPE sont régies par le *Manuel de l'inspecteur des transporteurs aériens* (TP 3783).

La rubrique 3.2 du *Manuel de l'inspecteur des transporteurs aériens* indique que le programme des inspections en vol se compose d'inspections périodiques et d'inspections à des fins spéciales. Les inspections périodiques couvrent l'ensemble de la structure de route et des stations de l'exploitant aérien, et toutes les stations dans une région d'exploitation s'il s'agit d'un exploitant qui n'assure pas des vols à horaire fixe. Les inspections à des fins spéciales ont priorité sur les inspections périodiques et sont effectuées lorsque l'exploitant aérien apporte des modifications importantes ou inhabituelles à ses opérations.

En 2001, Transports Canada avait assigné à Georgian Express Ltd. un IPE qui provenait de la division des normes opérationnelles de Toronto. L'IPE effectuait la surveillance réglementaire de la compagnie au moyen de courriels, de conversations téléphoniques et de visites périodiques aux installations de l'exploitant aérien à Toronto. Avant l'accident de l'île Pelée, l'IPE avait évalué que les opérations de la compagnie ne posaient pas de problèmes importants. L'IPE n'avait effectué ni visite ni inspection concernant le contrat de l'île Pelée, car il ne savait pas que la compagnie avait entrepris ce genre d'opération. Rien dans la réglementation n'obligeait la compagnie à aviser Transports Canada de ses opérations à l'île Pelée.

La division des normes d'agrément de Transports Canada à Toronto savait que Georgian Express Ltd. allait se lancer dans un service de transport de passagers à l'île Pelée, comme l'indiquait la correspondance échangée entre Transports Canada et la STOS le 11 décembre 2003. La lettre provenait du directeur de l'Aviation commerciale et d'affaires à Ottawa et mentionnait clairement à la STOS que la responsabilité du certificat d'exploitation aérienne incombait toujours à Georgian Express Ltd. La lettre était également adressée à la division des normes d'agrément de Transports Canada à Toronto; toutefois, la division des normes opérationnelles ne figurait pas sur la liste de diffusion. Du fait que la STOS n'est pas titulaire d'un certificat d'exploitation aérienne, rien n'obligeait à faire figurer la division des normes opérationnelles sur la liste de diffusion de cette lettre.

1.15.2 Fréquence des inspections

Le document de Transports Canada intitulé *Document de politique sur la fréquence des inspections* (TP 12840) donne les lignes directrices pour les divers types d'inspections et de vérifications, en plus de préciser les exigences propres aux mesures de suivi. Il indique que le choix des compagnies devant faire l'objet d'un contrôle au cours d'une année donnée se fonde sur une évaluation des facteurs de risque figurant dans le *Manuel des vérifications réglementaires*. Un document d'information de Transports Canada sur la politique relative à la fréquence des inspections (en date du 10 août 2004) indique ce qui suit :

> Les vérifications et les inspections sont normalement effectuées sur un cycle de 6 à 36 mois. Ce cycle peut être augmenté ou diminué en fonction de divers facteurs, dont la solidité du programme de vérification interne d'une compagnie, son dossier en matière de réglementation et ses antécédents en ce qui concerne l'adoption de conclusions antérieures, et d'autres indicateurs de risque déterminés par le Ministère.

La rubrique 2.10.3 du *Manuel de l'inspecteur des transporteurs aériens* indique qu'un plan d'inspection régional doit être préparé, être maintenu et être l'objet d'un rapport. Ce plan doit se rapporter à chaque exploitant aérien sous juridiction régionale, déterminer la population cible pour l'exécution de la tâche, indiquer la fréquence d'inspection planifiée pour chaque exploitant et déterminer les exploitants où la fréquence prévue se rapproche du niveau établi.

1.15.3 Historique des vérifications de Georgian Express Ltd.

Georgian Express Ltd. a vu le jour en 2000, quand Air Georgian a scindé en deux ses opérations de transport de fret et celles de transport de passagers. Georgian Express Ltd. faisait essentiellement du transport de fret, mais un contrat prévoyant des vols d'affrètement de transport de passagers à l'île Pelée a été ajouté pour la période hivernale 2003-2004.

La première vérification officielle de Georgian Express Ltd. effectuée par Transports Canada devait avoir lieu du 11 au 14 septembre 2001, mais elle a été interrompue dans l'après-midi du 11 septembre, à la suite des attentats terroristes de New York et de Washington aux États-Unis. Par conséquent, il n'y a eu ni inspection en vol ni vérification sur l'aire de trafic. C'est pour cette raison que le gestionnaire de la vérification a recommandé que la prochaine vérification de la compagnie se concentre sur les dossiers de formation, les inspections en vol et les inspections sur l'aire de trafic. Au moment de l'accident, il s'était écoulé 28 mois depuis cette dernière vérification abrégée.

L'IPE de Georgian Express Ltd. avait effectué pas moins de 20 interventions de surveillance réglementaire auprès de la compagnie en 2003, et il n'avait formulé aucune préoccupation liée à la sécurité de la compagnie avant l'accident. La correspondance de Transports Canada et un examen du plan d'inspection régional de l'Ontario montrent qu'une vérification de Georgian Express Ltd. devait avoir lieu en septembre 2004. La décision de reporter la vérification de Georgian Express Ltd. à septembre 2004 se basait sur une évaluation des risques des opérations de la compagnie, risques qui avaient été jugés faibles.

1.15.4 Service régulier et service d'affrètement

En vertu de l'article 720.01 des *Normes de service aérien commercial*, un service aérien régulier est un service public de transport aérien de passagers assuré entre deux points conformément à un horaire affiché et à un prix affiché par place. Si un exploitant aérien demande que son certificat d'exploitation aérienne contienne un point desservi sur une base régulière, Transports Canada évalue la capacité du demandeur à respecter les *Normes de service aérien commercial* pour ce genre d'opération, conformément à l'alinéa 703.07(1)e) du RAC. La STOS avait octroyé à Georgian Express Ltd. un contrat prévoyant des vols à forfait entre Windsor et l'île Pelée. En conséquence, il ne s'agissait pas, par définition, d'un service régulier, mais bien d'un service d'affrètement. Par conséquent, il n'était pas nécessaire de présenter une demande de certificat d'exploitation aérienne. Du fait que Georgian Express Ltd. n'a pas présenté de demande de certificat d'exploitation aérienne auprès de Transports Canada pour desservir l'île Pelée sur une base régulière, l'IPE n'était pas au courant du service assuré vers l'île Pelée.

La soumission relative au contrat de l'île Pelée décrit le service comme suit : [Traduction] « Un service régulier en vertu d'une entente de subvention entre le canton de Pelée et le ministère provincial des Transports ». Rien n'obligeait le ministère provincial à aviser Transports Canada du début du service aérien, et aucun avis à cet effet n'a été donné.

1.16 Exigences relatives à la formation en simulateur

En mai 1999, dans le cadre de sa formation initiale sur type pour le compte d'un employeur précédent, le pilote de l'avion accidenté avait suivi une formation en simulateur de Cessna Caravan dans les installations de Flight Safety International situées à Wichita au Texas aux États-Unis. Son contrôle de compétence pilote sur Cessna Caravan n'était plus valide depuis septembre 2000, soit depuis plus de 24 mois quand il a recommencé à voler sur Cessna Caravan pour le compte de Georgian Express Ltd. En novembre 2003, le pilote avait suivi la formation initiale au sol et en vol chez Georgian Express Ltd., mais aucune formation en simulateur.

Le paragraphe 723.98(24) des *Normes de service aérien commercial* exige que les pilotes suivent une formation au sol, une formation en vol et une formation de six heures en simulateur dans le cadre de leur formation initiale s'ils doivent transporter des passagers dans un avion monomoteur dans des conditions de vol à vue (VFR) de nuit ou des conditions IFR. Le pilote avait respecté ces exigences en mai 1999.

En vertu de l'alinéa 723.98(13)c) des *Normes de service aérien commercial*, si la période de validité d'un contrôle de compétence pilote est échue depuis plus de 24 mois, le pilote doit suivre un cours complet de formation initiale sur le type d'avion concerné. Cette exigence est spécifiée à l'article 5.28.3 du manuel d'exploitation de la compagnie de Georgian Express Ltd.

Toutefois, le paragraphe 723.91(2) des *Normes de service aérien commercial* exige seulement que le membre d'équipage de conduite suive, sur le type d'appareil concerné, le programme de formation initiale au sol et en vol de l'exploitant aérien si la période de validité du contrôle de compétence pilote ou de la vérification de compétence est échue depuis 24 mois ou plus. Il n'est pas indiqué clairement si le membre d'équipage de conduite doit suivre une formation en simulateur une fois que la période de validité de son contrôle de compétence pilote est échue.

Un examen d'ensemble du RAC à propos de la formation en simulateur permet de penser qu'il n'y aurait pas obligation de suivre une formation périodique en simulateur si le maintien des compétences et/ou la vérification de compétence pilote du membre d'équipage de conduite ne deviennent pas périmés.

1.17 Poids passagers standard

En vertu des articles 703.37, 704.32 et 705.39 du RAC, il est interdit d'utiliser un aéronef à moins que sa masse et son centre de gravité ne soient conformes aux limites précisées dans le manuel de vol de l'aéronef. Dans le cas des aéronefs de transport de passagers, le calcul du poids des passagers est un des principaux facteurs déterminants de la masse totale de l'aéronef. Trois options s'offrent aux exploitants aériens pour calculer le poids des passagers : se servir des poids réels, se servir des poids standard publiés dans l'A.I.P. Canada (RAC 3.5) ou se servir de poids standard obtenus dans le cadre d'une enquête menée par l'exploitant aérien. L'A.I.P. Canada (RAC 3.5) insiste sur le fait que ce sont les poids réels qui devraient être utilisés mais, dans les cas où ils sont impossibles à obtenir, il est permis de recourir aux poids indiqués au tableau 4 (lesquels ont été obtenus dans le cadre d'une enquête menée par les compagnies aériennes et Transports Canada). Dans le milieu de l'aviation canadien, l'utilisation des poids standard de l'A.I.P. Canada est la méthode couramment utilisée pour déterminer le poids des passagers. Ces poids tiennent compte des vêtements et des bagages à main des passagers. Il s'agit d'une pratique universellement acceptée et couramment utilisée dans tout le milieu de l'aviation.

Tableau 4. Poids moyens publiés en RAC 3.5 de l'A.I.P. Canada

	Été	**Hiver**
Hommes (12 ans et plus)*	182 lb	188 lb
Femmes (12 ans et plus)	135 lb	141 lb
Enfants (2 à 11 ans)	75 lb	75 lb
Enfants (0 à moins de 2 ans**	30 lb	30 lb

* Pour un groupe d'hommes de forte carrure, comme une équipe de football, les poids doivent être calculés séparément, à raison d'au moins 215 lb par personne.

** À ajouter lorsque le nombre d'enfants dépasse 10 % de celui des adultes.

Note : Si les bagages à main ne sont pas autorisés, déduire 8 lb du poids de chaque adulte.

Le 27 janvier 2003, la FAA a diffusé l'avis N8400.40 exigeant que les exploitants d'aéronefs d'une capacité de 10 à 19 sièges effectuent un enquête visant à valider les poids moyens des passagers. Les résultats de cette enquête (FAA N8300.12) ont révélé que les poids standard actuellement publiés dans la circulaire d'information 120-27C de la FAA (en date du 11 juillet 1995) sous-estimaient le poids moyen des passagers de 20,63 livres et le poids moyen des bagages de cabine de 5,72 livres.

De plus, des études menées récemment au Canada et aux États-Unis montrent que les valeurs attribuées aux poids passagers standard ne sont plus représentatives de la population en général.

Un examen des opérations menées à l'île Pelée a révélé qu'on s'était servi des poids standard pour calculer le poids des passagers pour 155 des 165 vols. Dans le présent accident, la différence entre les poids passagers réels et les poids standard était d'environ 570 livres.

Une comparaison de divers types d'aéronefs révèle que le rapport entre le poids des passagers et la masse totale de l'aéronef est inversement proportionnel à la taille de l'aéronef. Par exemple, dans un Boeing 747, le poids des passagers représente environ 9 % de la masse de l'avion, alors que le poids des passagers dans un Cessna Caravan peut représenter environ 22 % de la masse de l'avion. Dans le cas des avions comme le Cessna Caravan, il peut y avoir des écarts importants par rapport aux poids passagers standard publiés, compte tenu du plus petit nombre de passagers (9 passagers ou moins). Cet écart risque de prendre encore davantage d'importance pour les petits aéronefs, puisque les passagers représentent un plus grand pourcentage de la masse totale de l'aéronef.

De nombreux accidents d'aviation liés à la surcharge de l'appareil sont survenus au Canada. Au moins cinq de ces accidents sont survenus à des petits aéronefs dont l'écart entre les poids passagers réels et les poids standard a contribué à la surcharge de l'appareil et à l'accident. Quatre d'entre eux étaient des accidents mortels qui au total ont causé 24 pertes de vie. On compte 3564 aéronefs commerciaux dans la catégorie des petits aéronefs (d'une masse inférieure à 12 500 livres) en exploitation au Canada. Ces appareils effectuent des milliers de vols chaque jour.

Le NTSB a publié de nombreuses recommandations relatives au calcul de la masse des aéronefs. Plusieurs de ces recommandations traitaient spécifiquement des aéronefs d'une masse inférieure à 12 500 livres et de la question touchant les poids standard et les poids réels. La FAA a répondu à ces recommandations en publiant la circulaire d'information 120-27C en date du 11 juillet 1995, qui souligne la nouvelle politique relative au contrôle de la masse et du centrage des aéronefs. Ce document précise que les poids passagers réels doivent être utilisés dans le cas des aéronefs transportant 9 passagers ou moins.

1.18 Fatigue et stress

Le pilote de l'avion accidenté avait connu deux perturbations de son rythme circadien entre le 13 et le 16 janvier 2004, quand il avait effectué, à titre de passager, le voyage aller-retour par avion entre Toronto et Los Angeles, traversant trois fuseaux horaires chaque fois. Les perturbations du rythme circadien peuvent entraîner de la fatigue[6] en l'absence de périodes de

[6] « Poor sleep quality, cognitive and psychomotor performance impairments, gastrointestinal distress, insomnia, and anxiety are also outcomes of circadian disruption. » J. R. Belgan, C.M. Winget et L.S. Rosenblatt, *The desynchronisis Syndrome*. Réunion scientifique annuelle de l'Aerospace Medical Association, Washington (D.C.), prépublication du programme scientifique, 1973.

récupération suffisantes[7]. Règle générale, un voyage aller-retour entre Toronto et Los Angeles demande une période de récupération de trois jours[8] ou plus[9]. Au moment de l'accident, le pilote n'avait bénéficié que d'une période de récupération inférieure à un jour (20 heures). Par conséquent, il est probable que le pilote était exposé à un risque accru de fatigue découlant des perturbations de son rythme circadien.

Le pilote de l'avion accidenté était arrivé à l'aéroport de Toronto en provenance de Los Angeles le 16 janvier à 20 h 47. D'après les estimations, il lui aurait fallu 1 heure et 15 minutes pour passer la douane, récupérer ses bagages et rentrer chez lui en voiture, sous réserve qu'il n'y ait eu aucun retard. Une fois à son domicile, il a probablement eu besoin de 30 minutes supplémentaires pour se préparer à aller se coucher. Il n'a donc pas pu se coucher avant 22 h 30. Le pilote s'est présenté au travail le lendemain matin à 4 h 45, ce qui signifie qu'il s'était levé à 3 h 45 pour se préparer à aller travailler et faire le trajet de 30 minutes pour se rendre à son lieu de travail.

À condition qu'il se soit endormi tout de suite et qu'il ne se soit pas réveillé, ce qui est peu probable à cause des perturbations du rythme circadien signalées précédemment, le pilote aurait pu bénéficier de 5 heures et 15 minutes de sommeil tout au plus. Il peut avoir fait une petite sieste dans sa chambre d'hôtel entre les vols du matin et ceux de l'après-midi, mais cette sieste a été interrompue pour faire une pause-repas d'une heure à l'extérieur de l'hôtel. En plus de la période de sommeil raccourcie, les perturbations du rythme circadien ont probablement nui à la qualité du sommeil du pilote, et ce sommeil peu réparateur peut avoir favorisé l'apparition d'une plus grande fatigue chez le pilote.

La fatigue a également des effets directs sur la capacité à prendre des décisions, car elle modifie la façon d'évaluer les risques. Soit que la personne fatiguée modifie sa perception de l'importance du risque associé à sa décision, soit qu'elle va tolérer un niveau de risque accru[10]. De plus, la fatigue peut réduire la capacité d'une personne à résoudre un problème lié à une

---

7 D.I. Tepas et T.H. Monk, « Work schedules », G. Salvendy (éd.), *Handbook of Human Factors*, New York, John Wiley & Sons, 1987, p. 819-843.

8 K.E. Klein et H.M. Wegmann, *Significance of Circadian Rhythms in Aerospace Operations*, (NATO AGARDograph, 247), Neuilly sur Seine (France), NATO AGARD, 1980.

9 S. Campbell, « The Basics of Biological Rhythms », dans M. R. Pressman et W. C. Orr (éd.), *Understanding Sleep: The Evaluation and Treatment of Sleep Disorders*, Washington (D.C.), American Psychological Association, 1997, p. 35-56.

10 J.A. Horne, *Why We Sleep – The Functions of Sleep in Humans and Other Mammals*, Oxford (Angleterre), Oxford University Press, 1988, cité dans Y. Harrison et J.A. Horne, « The Impact of Sleep Deprivation on Decision Making: A Review », *Journal of Experimental Psychology Applied*, 6, 2000, p. 236-249.

situation inhabituelle, et au lieu de faire preuve de flexibilité, la personne fatiguée va persévérer davantage. Cette persévération augmente la probabilité de s'en tenir à la façon de faire habituelle et peut amener la personne à ne pas changer son plan original[11,12].

Des études ont montré que, même si le stress peut ne pas entraîner une diminution du rendement général au travail, il peut nuire à des processus cognitifs élémentaires[13] comme la mémoire de travail et la vigilance. La personne stressée ne sera pas en mesure de retenir autant d'information au moment de prendre une décision, pas plus qu'elle ne pourra porter simultanément son attention sur autant d'éléments d'information. Le stress et la fatigue peuvent causer une diminution encore plus marquée de la mémoire de travail et de la vigilance[14, 15].

---

11 F. Wimmer, R.F. Hoffman, R.A. Bonato et A.R. Moffit, « The Effects of Sleep Deprivation on Divergent Thinking and Attention Processes », *Journal of Sleep Research,* 1, 1992, p. 223-230.

12 J.A. Horne, « Sleep Deprivation and Divergent Thinking Ability », *Sleep*, 11, 1988, p. 528-536.

13 S. Sonnentag et M. Frese, « Stress in Organizations », dans W. C. Borman, D. R. Ilgen et R. J. Klimoski (éd.), *Handbook of psychology,* vol. 12, Industrial and Organizational Psychology, Hoboken (New Jersey), John Wiley & Sons, 2003, p. 453-491.

14 G.R. Hockey, A.J. Maule, P.J. Vlough et L. Bdzola, « Effects of Negative Mood States on Risk in Everyday Decision Making », *Cognition and Emotion*, 14, 2000, p. 823-856.

15 M.M. Lorist, M. Klein, S. Nieuwenhuis, R. de Jong, G. Mulder et T.F. Meijman, « Mental fatigue and task control: Planning and preparation », *Psychophysiology*, 37, 2000, p. 614-625.

2.0 Analyse

2.1 Introduction

Le pilote a décollé de l'île Pelée dans des précipitations verglaçantes alors qu'il y avait de la glace sur l'avion et que la masse de l'appareil était supérieure d'au moins 15 % à sa masse maximale brute. L'enquête n'a révélé aucun élément d'information permettant d'expliquer avec certitude pourquoi le pilote a pris la décision d'entreprendre le vol dans ces conditions. L'analyse ci-après porte sur l'environnement d'exploitation et sur d'autres facteurs qui pourraient avoir influencé le pilote. D'autres points liés à la sécurité ont été analysés, comme l'utilisation d'estimations irréalistes du poids des passagers et la capacité du Cessna Caravan à voler en toute sécurité dans des conditions givrantes.

En raison de la violence du choc avec la surface gelée du lac, l'accident n'offrait aucune chance de survie. L'enquête n'a révélé aucun problème mécanique avec l'avion. Toutes les ruptures relevées sur la structure de l'avion ont été attribuées au choc avec la surface gelée du lac ou à des coupures lors de la récupération de l'épave. Rien n'indiquait la présence d'une défaillance structurale antérieure à l'impact.

2.2 Utilisation des poids passagers standard

2.2.1 Généralités

Vu que l'avion emportait une grande quantité de carburant, il aurait fallu réduire la masse des passagers et du fret pour que l'avion ne dépasse pas sa masse maximale brute autorisée au décollage. En raison de la masse totale de carburant, des passagers et du fret, l'avion avait une masse de beaucoup supérieure à la masse maximale brute autorisée au décollage.

2.2.2 Validité des poids passagers standard

Des recherches récentes au Canada et aux États-Unis montrent que le passager moyen a un poids supérieur au poids estimé actuel. Les résultats de ces recherches donnent à penser que, selon toute vraisemblance, de nombreux aéronefs ont été exploités et sont exploités à une masse supérieure à la masse calculée et, dans certains cas, à une masse supérieure à la masse maximale autorisée. Si les équipages de conduite calculent la masse en utilisant les poids passagers standard qui ne sont pas représentatifs de la population en général, il se peut que le calcul de la masse totale de l'avion soit inexact, ce qui peut se traduire par une surcharge de l'avion. Il peut également en résulter des calculs erronés des vitesses de référence. Ces deux situations sont susceptibles d'avoir des conséquences catastrophiques pendant les phases de vol critiques, surtout au décollage et à l'atterrissage.

2.2.3 *Utilisation des poids passagers standard pour les petits aéronefs*

Dans le cas de l'accident de l'île Pelée, les calculs montrent que l'avion avait une masse supérieure d'environ 1270 livres à sa masse maximale brute autorisée au décollage. La différence entre les poids passagers réels et les poids standard se chiffrait à environ 570 livres. Pour un petit avion comme le Cessna Caravan, le fait d'utiliser les poids standard plutôt que les poids réels peut causer une dégradation importante des performances de l'avion.

Dans toute application statistique, plus l'échantillon est grand, plus la moyenne de l'échantillon avoisine la moyenne de la population. Dans le cas des gros avions de ligne, les écarts entre les poids passagers standard calculés et les poids réels sont minimisés grâce au plus grand nombre de passagers composant l'échantillon. Dans le cas d'un petit avion chargé à sa masse maximale brute, toute sous-estimation du poids des passagers peut entraîner une situation de surcharge.

De nombreux vols effectués par de petits aéronefs sont effectués théoriquement à une masse avoisinant la masse maximale brute alors que, dans les faits, certains de ces aéronefs évoluent peut-être à une masse supérieure à leur masse maximale brute. Le fait de permettre l'utilisation des poids passagers standard pour ces aéronefs est une menace importante pour la sécurité de l'industrie. L'utilisation des poids passagers réels des petits avions offrirait une marge de sécurité plus grande.

2.3 *Présence de glace sur l'aéronef*

En plus de la dégradation observée et calculée des performances de l'avion au décollage et après le décollage, un grand nombre d'éléments permettent de conclure qu'il y avait de la glace sur l'avion pendant la course au décollage et que l'avion a accumulé encore plus de glace après son départ.

- Au moment de l'accident, du givrage mixte dans les nuages et des précipitations verglaçantes étaient signalés à l'aéroport de l'île Pelée.

- Plusieurs personnes sur l'île ont signalé que de la glace s'était accumulée sur leurs véhicules pendant que les passagers montaient à bord de l'avion. L'une d'entre elles a estimé l'accumulation de glace à ⅛ de pouce environ.

- Pendant que l'avion était sur l'aire de trafic, on a fait remarquer au pilote qu'il semblait y avoir de la glace sur le bord de fuite des ailes.

- Les conditions étaient telles qu'il devait également y avoir, sur toutes les surfaces supérieures de l'avion, de la glace provenant des précipitations verglaçantes. Une telle accumulation de glace a dû faire augmenter la masse de l'avion et n'aurait pas pu être éliminée par l'utilisation de l'équipement de dégivrage de l'avion pour le vol dans des conditions givrantes.

L'accumulation de glace sur l'avion a causé une dégradation des performances de l'appareil, et l'avion a fini par s'écraser.

2.4 *Activation des boudins de dégivrage de l'aéronef*

Des études expérimentales limitées ont montré que l'utilisation « précoce et fréquente » des boudins de dégivrage était plus efficace pour limiter les accumulations de glace entre deux cycles de fonctionnement que la procédure recommandée pour le Cessna Caravan préconisant d'attendre qu'il y ait une accumulation de glace pouvant aller jusqu'à ¾ de pouce avant d'activer les boudins de dégivrage. Une telle accumulation engendre une dégradation importante des performances de l'avion, ce qui permet de croire que la procédure de dégivrage pour le Cessna Caravan n'est pas la procédure la plus efficace pour réduire les risques inhérents au givrage en vol.

D'importantes recherches sur le givrage des aéronefs ont porté sur le profil de l'aile (NACA 23012) du Cessna Caravan, y compris sur l'utilisation « précoce et fréquente » des boudins de dégivrage. Les résultats de ces recherches ont incité Cessna et la FAA en 2005 à faire d'autres essais. Le Bureau continue de surveiller l'évolution de ces études et de ces essais, compte tenu du nombre important d'accidents de Cessna 208 liés au givrage. Les conclusions et les recommandations relatives à ces essais ne sont toujours pas connues.

2.5 *Couverture offerte par les boudins de dégivrage du Cessna 208*

Des études expérimentales ont montré que les accrétions de glace en forme de cordon dans le sens de l'envergure entraînaient une dégradation importante des performances de l'appareil. Les résultats indiquent que les effets sont encore plus prononcés sur le profil d'aile NACA 23012. Il a été établi que l'emplacement le plus critique le long de la corde de ces accrétions de glace sous forme de cordon dans le sens de l'envergure se situait aux environs de 12 % de la corde. Les boudins de dégivrage du Cessna 208B ne vont pas plus loin que 5 % de la corde, ce qui signifie que l'emplacement le plus critique n'est pas couvert par les boudins de dégivrage et que des accrétions de glace sous forme de cordon dans le sens de l'envergure peuvent s'y former et causer une dégradation des performances de l'avion.

2.6 *Surveillance exercée par l'exploitant aérien*

Du personnel du bureau de Toronto de Georgian Express Ltd. s'était rendu à l'île Pelée à l'occasion du premier vol de la saison 2003-2004. Du fait que les équipages de conduite étaient au courant de l'absence d'équipement de dégivrage sur l'île, ils n'acceptaient pas de partir pour l'île à moins d'être sûrs que les conditions météorologiques leur permettraient de faire le voyage aller-retour en toute sécurité. Toutefois, si la glace devenait un problème après l'atterrissage à l'île Pelée, ils ne disposaient d'aucun moyen pratique pour inspecter correctement l'avion ou pour le dégivrer.

La durée de l'escale prévue pour le service aérien à l'île Pelée n'était que de 10 minutes au sol, tant à Windsor qu'à l'île Pelée. Les dossiers montrent qu'une escale typique durait moins de 10 minutes, et parfois moins de 5 minutes. Pendant ce laps de temps, il fallait voir au débarquement des passagers et au déchargement du fret, vérifier la météo et le manifeste, remplir le devis de masse et centrage, établir le plan de vol, faire une inspection prévol de l'avion et procéder à l'embarquement des passagers et au chargement du fret. Il semble que tant la compagnie que les pilotes considéraient cette liaison avec l'île Pelée comme un unique vol entre Windsor et Windsor, avec une brève escale à l'île Pelée, plutôt que de traiter chaque trajet comme un vol distinct assujetti aux mêmes exigences opérationnelles. Cela pourrait expliquer le fait que les pilotes ne faisaient pas de calcul de masse et centrage et ne laissaient pas la copie de leurs plans de vol exploitation aux préposés aux passagers.

Le niveau de surveillance exercé par l'exploitant aérien n'était pas suffisant pour déceler les anomalies engendrées par la brève durée de l'escale.

2.7 *Surveillance réglementaire*

Bien qu'exploités comme un service d'affrètement, les vols de Georgian Express Ltd. à l'île Pelée étaient de nature répétitive et présentaient la plupart des caractéristiques d'un service régulier. La compagnie effectuait ses vols entre Windsor et l'île Pelée en fonction d'un horaire établi. L'horaire des vols imprimé était à la disposition du public, et les passagers payaient leurs billets. En vertu des définitions actuelles de Transports Canada, les vols d'affrètement répétitifs ne sont pas considérés comme des vols réguliers. En conséquence, une exploitation de ce genre ne fait pas l'objet du même niveau d'examen que celui normalement associé à un service régulier. Du fait que l'exploitant aérien n'a pas à aviser Transports Canada qu'il assure un tel service, les vols peuvent être effectués sans que les personnes chargées de la surveillance des opérations commerciales soient mises au courant.

Le ministère des Transports de l'Ontario n'est pas tenu d'informer Transports Canada au début des vols d'affrètement saisonniers et répétitifs. Il n'existe aucun mécanisme obligeant les organismes concernés par un tel service aérien à aviser Transports Canada.

Malgré le caractère abrégé de la vérification de septembre 2001, la prochaine vérification de Georgian Express Ltd. n'avait été programmée que pour septembre 2004, à la fin de la fenêtre de 36 mois. On ne sait pas ce qu'une vérification de la compagnie aurait révélé, mais une inspection des opérations à l'île Pelée aurait dû permettre de constater qu'il manquait des installations d'appui pour les aéronefs, notamment pour traiter de la contamination des surfaces des aéronefs, et de déceler que les horaires de vol étaient serrés. Le manque d'installations d'appui pour le dégivrage de l'avion et la brève durée de l'escale peuvent avoir influencé la décision du pilote d'entreprendre le vol qui a mené à l'accident.

2.8 Exigences relatives à la formation en simulateur

La formation en simulateur est un moyen efficace d'améliorer les compétences et les connaissances des pilotes sur un aéronef en général. Cette formation est particulièrement utile car elle permet aux pilotes de s'entraîner à des procédures qui ne pourraient pas être effectuées en toute sécurité dans l'avion même. Le manque de formation régulière ou périodique en simulateur peut entraîner une dégradation des compétences et des connaissances des pilotes.

Comme il est mentionné précédemment en 1.16, le libellé actuel du RAC laisse place à l'interprétation à propos de l'obligation faite à un membre d'équipage de conduite de suivre une formation en simulateur au moment de renouveler un contrôle de compétence pilote qui n'est plus valide. De plus, rien ne semble obliger un membre d'équipage de conduite à suivre une formation périodique en simulateur s'il maintient ses compétences à jour sur type.

Ces apparentes ambiguïtés du RAC risquent de se traduire par une dégradation des compétences des pilotes, et ce, à cause du manque de formation qui ne peut être acquise qu'en simulateur.

2.9 Prise de décisions du pilote

Rien dans l'information recueillie ne permet de penser que le pilote de l'avion accidenté était un pilote téméraire ou que son processus de prise de décisions ait été influencé de façon négative par les contraintes habituelles de son travail. Un examen des dossiers de ses vols à l'île Pelée montre qu'il n'avait pas l'habitude de voler en surcharge.

Le pilote a pris certaines décisions qui ont augmenté les risques inhérents au vol. Il a pris 1000 livres de carburant avant de quitter Windsor, alors qu'il y avait suffisamment de carburant à bord pour le voyage aller-retour de l'île Pelée et pour se rendre au terrain de dégagement. Il avait l'habitude par mesure de précaution d'emporter plus de carburant que nécessaire après avoir pris connaissance du nombre de passagers pour le vol de retour, mais dans le cas qui nous occupe, le carburant supplémentaire a contribué à la surcharge de l'avion. Pour le vol entre l'île Pelée et Windsor, le pilote avait choisi un aéroport de dégagement qui ne respectait pas l'avertissement du manuel d'utilisation de l'avion qui indiquait de ne pas choisir un aéroport où il tombe de la pluie ou de la bruine verglaçante. Rien n'indique que le pilote ait avisé l'ATC qu'il avait choisi Detroit comme terrain de dégagement au lieu de Sarnia. Le pilote a entrepris le vol même s'il savait qu'il y avait de la glace sur l'avion. Toutes les décisions précitées ne sont pas typiques de l'attitude normale du pilote face à la sécurité aérienne.

L'enquête n'a pas permis d'établir avec certitude que le pilote était fatigué, mais compte tenu de son rendement antérieur, il est probable que le stress et la fatigue ont eu des effets défavorables sur sa mémoire et sa vigilance. Notamment, la brève escale prévue dans les horaires de vol, le grand nombre de passagers, le mauvais temps, l'absence d'équipement de dégivrage et la nécessité d'effectuer le vol peuvent avoir été des facteurs de stress.

L'enquête a permis d'isoler des signes qui révèlent que le stress et la fatigue ont probablement perturbé le rendement du pilote et l'ont gêné dans son évaluation des risques. Les effets de la fatigue sur le rendement sont bien connus en matière d'évaluation du risque et pourraient expliquer que le pilote a estimé qu'il y avait peu de risques ou qu'il pouvait accepter de courir un risque plus grand puisqu'il s'agissait d'un vol court.

La décision du pilote de voler en surcharge et sans s'occuper de la présence de la glace sur les ailes mentionnée par deux personnes sont d'autres signes que le pilote n'a pas fait une évaluation judicieuse du risque. La rentrée des volets après le décollage, contrairement à l'avertissement du manuel d'utilisation de l'avion qui spécifie de ne pas rentrer les volets dans des conditions givrantes, est un autre signe que le rendement du pilote était perturbé.

Les effets de la persévération liée à la fatigue sont bien connus, et dans le cas qui nous occupe, rien ne permet de penser que le pilote ait envisagé de modifier ses plans et de ne pas entreprendre le vol, même après avoir appris qu'il devait transporter un plus grand nombre de passagers que d'habitude et avoir été informé personnellement de la présence de glace sur les ailes. Le pilote semble s'être plutôt concentré sur le fait qu'il fallait effectuer le vol comme prévu, même si plusieurs indices lui indiquaient de ne pas entreprendre le vol.

2.10 Le vol de l'accident

L'assiette de l'avion au moment du choc indique qu'il y a eu décrochage aérodynamique. Il a été établi que les volets étaient sortis au décollage et qu'ils étaient rentrés au moment de l'impact. Des calculs montrent que, dès la rentrée des volets, l'avion a dû se trouver dans la plage de décrochage à cause de sa masse et de l'accumulation de glace (voir tableau 3). D'après les procédures recommandées dans le manuel d'utilisation de l'avion, les volets doivent être rentrés à 0° à la vitesse de 95 noeuds. L'avion a percuté la glace en piqué, l'aile gauche basse. Lorsque l'avion a amorcé le virage à droite en montée, l'aile gauche a dû décrocher en premier, ce qui a dû provoquer une mise en piqué et une inclinaison à gauche, ce qui correspond à l'assiette de l'avion au moment du choc avec la surface gelée. Bien que personne n'ait été témoin des derniers instants du vol, il est raisonnable de conclure que l'altitude disponible était insuffisante pour permettre une sortie de décrochage, ou encore que la dégradation des performances de l'avion était trop importante pour permettre une sortie de décrochage.

3.0 Conclusions

3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Au moment du décollage, la masse de l'avion dépassait d'au moins 15 % la masse maximale brute autorisée au décollage, et il y avait de la glace sur l'avion. En conséquence, l'avion évoluait nettement en dehors des limites de certification lui permettant de voler en toute sécurité.

2. L'avion a décroché, fort probablement au moment de la rentrée des volets, alors que l'altitude disponible ou les conditions de vol ne permettaient pas une sortie de décrochage, et l'avion a percuté la surface gelée du lac.

3. La sous-estimation des dangers inhérents à la surcharge de l'avion, à la présence de glace sur l'avion et aux conditions météorologiques n'est pas typique de la façon de faire habituelle du pilote. Le stress et la fatigue ont sans doute influé de façon négative sur sa décision de décoller.

3.2 Faits établis quant aux risques

1. Malgré le caractère abrégé de la vérification de septembre 2001, la prochaine vérification de Georgian Express Ltd. n'avait été programmée que pour septembre 2004, à la fin de la fenêtre de 36 mois.

2. Les communications internes au sein de Transports Canada n'ont pas permis de garantir que l'inspecteur principal de l'exploitation assigné à l'exploitant aérien était au courant des vols à l'île Pelée.

3. Les poids passagers standard publiés dans la *Publication d'information aéronautique* (A.I.P. Canada) au jour de l'accident ne correspondaient pas au poids moyen des passagers et des bagages de cabine plus lourds découlant des changements aux données démographiques et aux habitudes de voyage.

4. L'utilisation des poids passagers standard présente de plus grands risques pour les aéronefs d'une masse inférieure à 12 500 livres que pour les aéronefs plus gros, à cause de la taille réduite de l'échantillon (9 passagers ou moins) et du pourcentage plus important que représente le poids des passagers par rapport à la masse totale de l'aéronef. L'utilisation des poids passagers standard risque d'entraîner une situation de surcharge pouvant compromettre la sécurité du vol.

5. Les boudins de dégivrage du Cessna Caravan couvrent au maximum 5 % de la corde de l'aile. Des recherches ont montré que les accumulations de glace au-delà de 5 % de la corde peuvent entraîner une dégradation des performances de l'avion.

6. L'exploitant aérien n'a pas fourni l'équipement nécessaire à l'aéroport de l'île Pelée pour faire une bonne inspection de l'avion à la recherche de glace lors de l'inspection prévol et il n'a pas fourni un équipement adéquat pour dégivrer l'avion à cet aéroport.

7. En vertu de la réglementation actuelle de Transports Canada, les exploitants de vols d'affrètement répétitifs ne sont pas considérés comme des exploitants de vols réguliers; en conséquence, même si l'exploitant de vols d'affrètement peut offrir un service présentant de nombreuses caractéristiques identiques à celles d'un service régulier, il ne fait pas l'objet, de la part de Transports Canada, du même niveau de surveillance que l'exploitant de vols réguliers.

8. Un examen des dispositions du *Règlement de l'aviation canadien* sur les exigences en matière de formation en simulateur indique qu'une formation périodique en simulateur n'est pas obligatoire si le maintien des compétences et/ou les contrôles de compétence pilote du membre d'équipage de conduite ne deviennent pas périmés.

9. Le paragraphe 723.91(2) des *Normes de service aérien commercial* n'indique pas clairement si le membre d'équipage de conduite doit suivre une formation en simulateur une fois que la période de validité de son contrôle de compétence pilote est échue.

10. Les renseignements erronés figurant sur les affichettes de la porte passager, la carte de mesures de sécurité incomplète et le fait que les mécanismes et les instructions d'ouverture des issues de secours n'étaient pas visibles dans l'obscurité, auraient pu compromettre l'évacuation en toute sécurité des passagers, dans le cas d'un accident offrant des chances de survie.

11. Les chiens transportés à bord n'étaient pas en cage, ce qui compromettait la sécurité du vol et des occupants de l'avion.

4.0 Mesures de sécurité

4.1 Mesures prises

4.1.1 Mesures prises par Georgian Express Ltd.

Immédiatement après l'accident, la compagnie a installé une machine de dégivrage des aéronefs à l'île Pelée.

La compagnie assigne maintenant un second membre d'équipage sur tous ses vols de transport de passagers. Aucune tâche de service de vol n'est assignée à cette personne qui est présente pour aider le pilote entre les vols. La compagnie a réitéré sa politique qui vise à encourager les pilotes à prendre des décisions professionnelles judicieuses en matière d'annulation de vol et elle a insisté sur le fait qu'elle appuyait de telles décisions.

Dans un effort visant à réduire la pression exercée sur les commandants de bord dans l'exercice de leur mission, le pilote en chef examine maintenant chaque jour les conditions météorologiques afin de prévoir les retards ou les annulations. Le manuel d'exploitation de la compagnie a été réécrit afin de tenir compte des modifications entreprises par Georgian Express Ltd. et des modifications exigées à la suite de la vérification effectuée par Transports Canada après l'accident.

La compagnie ne demande plus aux pilotes de donner l'exposé sur les mesures de sécurité aux passagers de mémoire; elle a préparé des consignes de sécurité écrites que le pilote doit donner de vive voix à ses passagers. Le pilote doit ensuite confirmer par écrit qu'il a bel et bien donné verbalement les consignes aux passagers. Le pilote en chef examine chaque plan de vol pour s'assurer que le programme de masse et centrage est bien suivi.

4.1.2 Mesures prises par le Bureau de la sécurité des transports du Canada

Les mesures de protection contre les risques associés à l'utilisation des poids passagers standard sont insuffisantes pour les aéronefs qui transportent neuf passagers ou moins. L'utilisation des poids passagers réels pour les petits aéronefs donnerait une marge de sécurité plus importante. En conséquence, le Bureau a recommandé le 7 octobre 2004 que :

> le ministère des Transports exige que les poids passagers réels soient utilisés pour les aéronefs d'une capacité de neuf passagers ou moins exploités dans le cadre d'un service aérien commercial ou d'un service de taxi aérien.
> (A04-01)

Les résultats des études menées aux États-Unis et des enquêtes révèlent que les poids passagers standard publiés ne correspondent plus aux poids passagers moyens. Selon toute vraisemblance, de nombreux aéronefs au Canada sont exploités à une masse supérieure à la masse calculée. En conséquence, le Bureau a recommandé le 7 octobre 2004 que, pour tous les aéronefs :

> le ministère des Transports réévalue les poids standard pour les passagers et les bagages à main et les ajuste pour tous les aéronefs en fonction des réalités actuelles. (A04-02)

4.1.3 Mesures prises par Transports Canada

Transports Canada a répondu à la recommandation A04-01 le 22 décembre 2004. Il a indiqué que l'examen des normes se poursuivait et que l'une des options envisagées consistait à exiger l'utilisation des poids passagers réels. En mai 2005, Transports Canada a effectué une évaluation des risques officielle portant sur l'utilisation des poids passagers réels dans le domaine du taxi aérien. Les résultats de cette évaluation des risques sont toujours à l'étude. Le BST estime que la réponse de Transports Canada dénote une « intention satisfaisante ». Toutefois, les risques actuels découlant de l'utilisation des poids standard subsisteront jusqu'à ce qu'une nouvelle norme soit mise en place pour garantir que les poids passagers réels sont utilisés pour les aéronefs transportant neuf passagers ou moins. Le BST s'inquiète du fait que le délai requis pour modifier la norme risque d'être excessif.

Transports Canada a répondu à la recommandation A04-02 le 22 décembre 2004. Il a indiqué qu'il avait réévalué les poids standard pour les passagers et les bagages à main et qu'il les avait ajustés en date du 20 janvier 2005 pour tenir compte des réalités actuelles. Le BST estime que Transports Canada a accordé une « attention entièrement satisfaisante » à cette question.

Le 20 janvier 2005, Transports Canada a publié un nouveau tableau dans la *Publication d'information aéronautique* (A.I.P. Canada) avec les valeurs révisées pour les passagers et les bagages à main. Les exploitants dont le programme homologué de masse et centrage repose sur l'A.I.P. Canada sont tenus de modifier leur programme en fonction de ces nouvelles valeurs. (Voir tableau 5).

Tableau 5. Poids moyens publiés dans l'A.I.P. Canada (tableau modifié en date du 20 janvier 2005)

Été		Hiver
200 lb ou 90,7 kg	HOMMES (12 ans et plus)	206 lb ou 93,4 kg
165 lb ou 74,8 kg	FEMMES (12 ans et plus)	171 lb ou 77,5 kg
75 lb ou 34 kg	ENFANTS (de 2 à 11 ans)	75 lb ou 34 kg
30 lb ou 13,6 kg	*ENFANTS EN BAS ÂGE (moins de 2 ans)	30 lb ou 13,6 kg

* À ajouter lorsque le nombre d'enfants en bas âge est supérieur à 10 % du nombre d'adultes.

Les poids du tableau 5 montrent une augmentation de 18 livres pour les hommes et de 30 livres pour les femmes par rapport aux poids standard anciennement utilisés. Les poids des enfants et des enfants en bas âge n'ont pas été modifiés.

4.1.4 Mesures prises par la Federal Aviation Administration

Le 11 août 2004, la Federal Aviation Administration (FAA) a publié la circulaire consultative 120-27D (*Advisory Circular 120-27D Aircraft Weight and Balance Control*) sur le contrôle de la masse et du centrage des aéronefs. Il s'agit d'un guide complet pour les exploitants d'aéronefs de petite, moyenne et grande taille qui présente des options sur la façon de calculer les poids passagers. Dans cette circulaire, les poids passagers ont également été augmentés afin de tenir compte des réalités actuelles. Cette initiative est étroitement liée aux recommandations du BST mentionnées ci-devant. L'accident qui fait l'objet du présent rapport est l'un des accidents ayant mené à la publication de cette circulaire.

La FAA a publié la consigne de navigabilité 2005-07-01 qui est entrée en vigueur le 29 mars 2005 concernant les avions Cessna 208 et 208B. Cette consigne a vu le jour à la suite de plusieurs accidents et incidents survenus à des Cessna 208 et 208B exploités dans des conditions givrantes. L'accident qui fait l'objet du présent rapport est l'un des accidents ayant mené à la publication de la consigne. L'objet de la consigne est de garantir que l'information fournie est suffisante pour permettre au pilote de garder la maîtrise de l'appareil dans des conditions givrantes.

En vertu de cette consigne, il faut, avant chaque vol et en plus de l'inspection visuelle, procéder à une inspection tactile du bord d'attaque et de l'extrados des ailes (jusqu'à deux pieds en arrière des boudins de dégivrage le long de l'envergure au minimum), du bord d'attaque des stabilisateurs et des pales d'hélice, si la température extérieure est inférieure à 5 °C (41 °F) et si l'un ou l'autre des phénomènes suivants est présent :

- s'il y a présence d'humidité visible (pluie, bruine, grésil, neige, brouillard, etc.);
- si l'aéronef a été exposé à de l'humidité visible (pluie, bruine, grésil, neige, brouillard, etc.) depuis son dernier atterrissage;
- si, depuis son dernier décollage, l'avion a volé dans des conditions qui ont créé une accrétion de glace;
- si la différence entre la température du point de rosée et la température extérieure est de 3 °C ou moins;
- s'il y a présence d'eau sur les ailes.

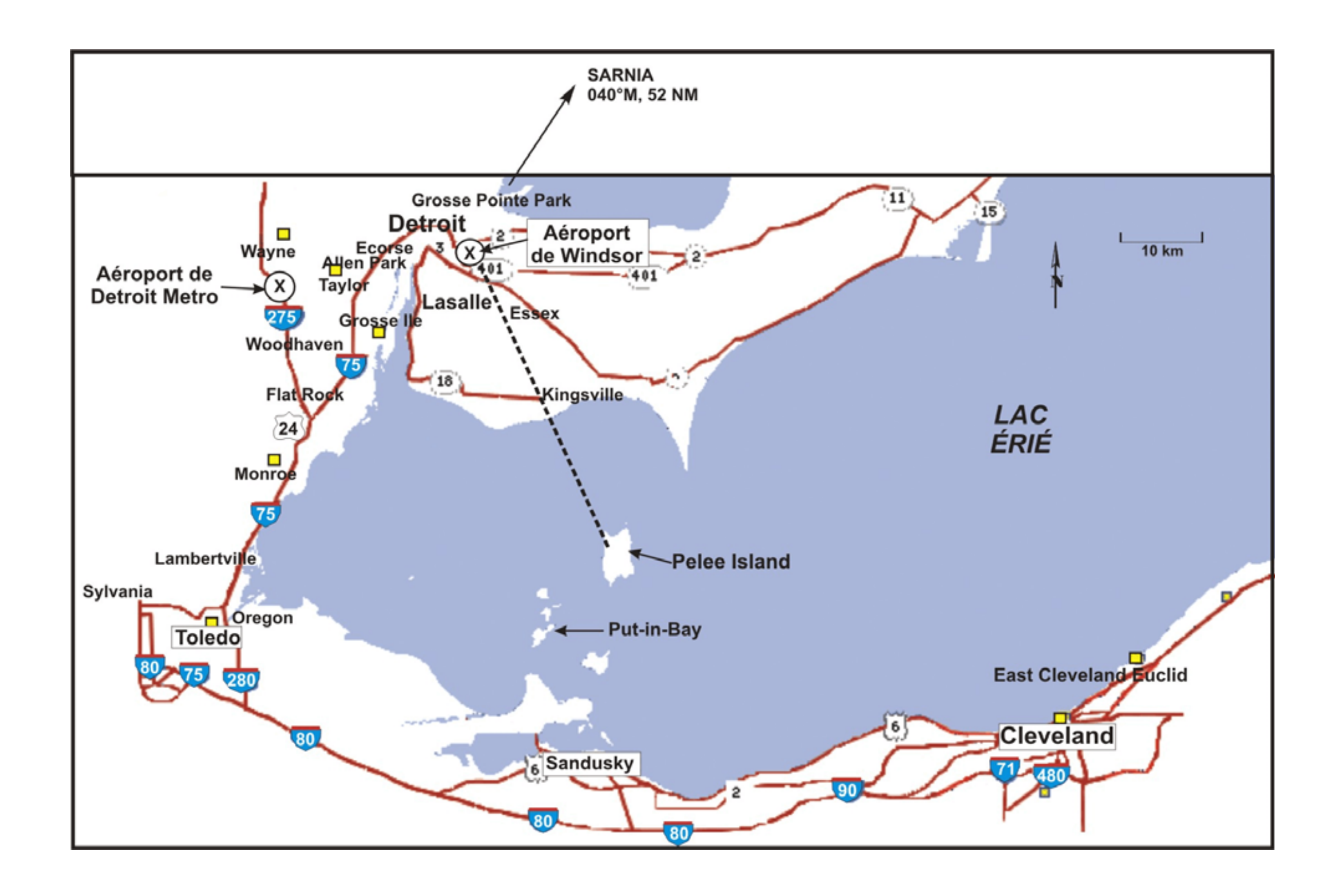
Il faut consulter les procédures prévol à la section 4 du manuel d'utilisation de l'avion.

Cette consigne est également applicable aux avions Cessna 208 exploités au Canada. Les propriétaires canadiens ont reçu ces renseignements par la poste ou par télécopieur. Il n'est pas nécessaire que Transports Canada publie une consigne de navigabilité canadienne distincte.

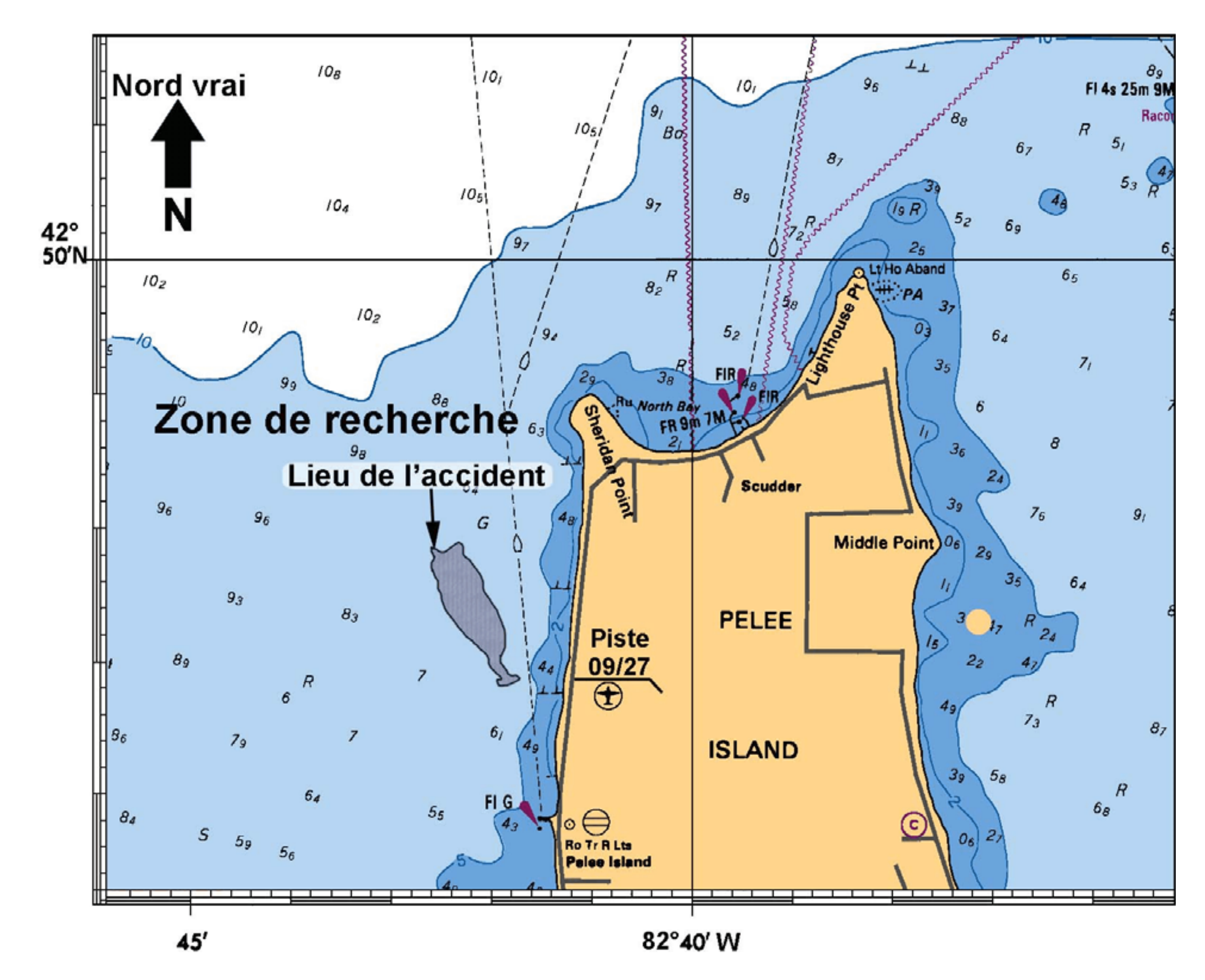
Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 17 janvier 2006.

*Visitez le site Web du BST (**www.bst.gc.ca**) pour plus d'information sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.*

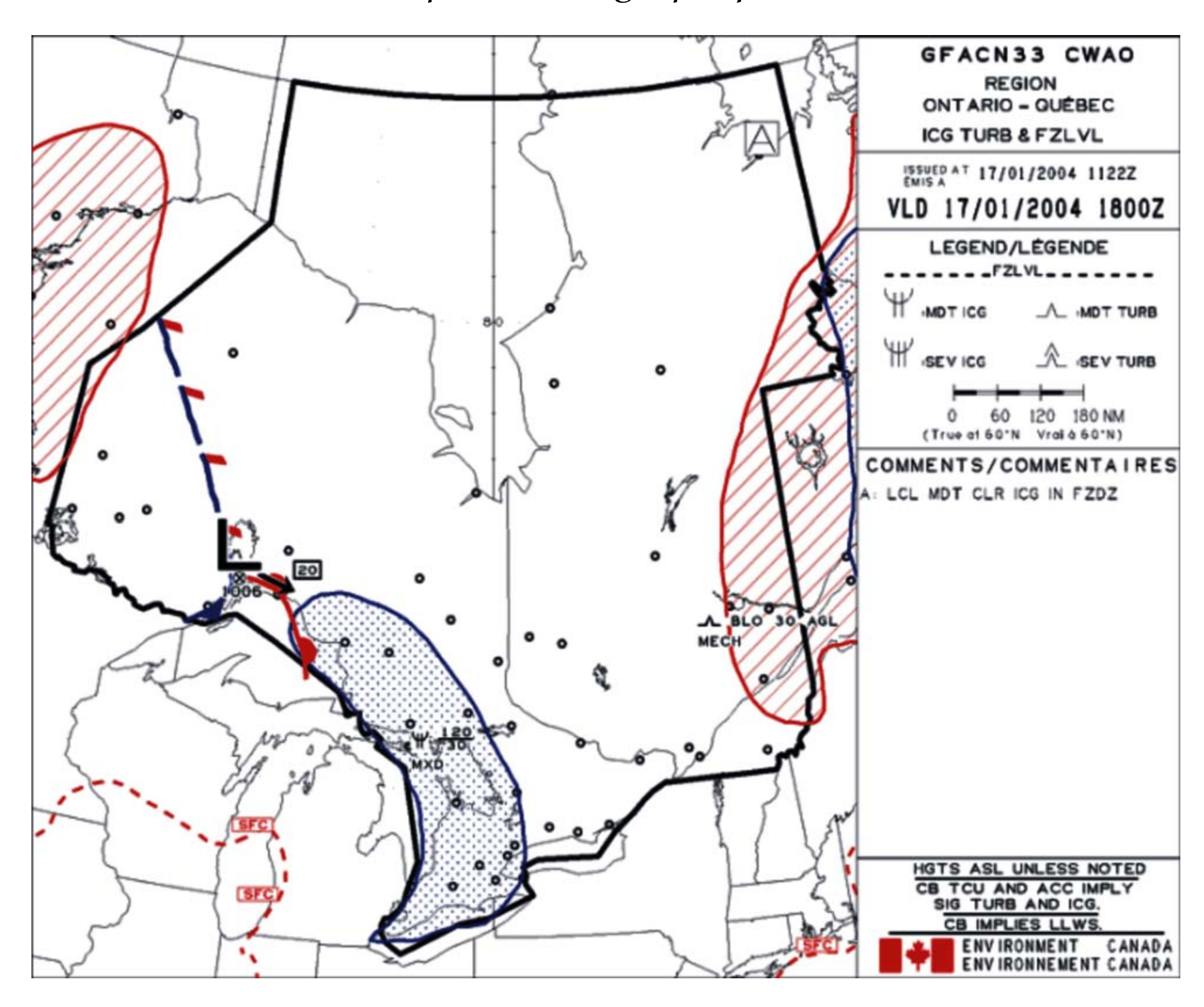
Annexe A – Carte du secteur de l'accident



Annexe B – Carte de l'île Pelée



Annexe C – Carte des prévisions graphiques



Annexe D – Récupération de l'épave

Généralités



Photo 1. Le navire de l'USCG *Neah Bay*

Au moment de l'accident, le lac était recouvert d'une couche de glace dont l'épaisseur variait entre 2 et 12 pouces. Aux abords de l'île Pelée, la profondeur de l'eau se situait entre 20 et 26 pieds. Lorsque le premier intervenant, un hélicoptère de l'USCG (United States Coast Guard) est arrivé sur les lieux, l'empennage de l'avion était visible au-dessus de l'eau. Environ quatre heures après l'accident, l'empennage a coulé, et ce au moment où le navire de l'USCG *Neah Bay* arrivait sur les lieux (photo 1) . Quelques débris de l'avion, notamment le conteneur de fret et le capot moteur, ont été trouvés sur la glace.

Vers 8 h 30, heure normale de l'Est, le 19 janvier 2004, le navire de la Garde côtière canadienne (NGCC) *Samuel Risley* est arrivé sur les lieux. Ses premières recherches ont porté sur la zone où des débris avaient été repérés en surface. Les débris en surface qui n'avaient pas été récupérés par le navire de l'USCG *Neah Bay* ont été ramassés et chargés sur le NGCC *Samuel Risley*.

En plus de l'équipage du NGCC *Samuel Risley*, les personnes suivantes se trouvaient à bord : un enquêteur régional du BST, le coroner en chef régional de la région du sud-ouest, un détective de la Police provinciale de l'Ontario (OPP) chargé d'aider le coroner, un enquêteur de l'OPP, six membres de l'Unité de recherche et de récupération sous-marines de l'OPP avec un engin télécommandé (ROV) et de l'équipement de plongée narghilé ainsi que deux agents de l'identité judiciaire de l'OPP.

Les jours suivants ont été consacrés à examiner une zone de quelque six millions de pieds carrés à l'aide d'un sonar, d'un magnétomètre et d'une caméra vidéo. L'avion a été difficile à localiser, du fait que les organismes qui sont intervenus ne donnaient pas les coordonnées du lieu de l'accident de la même façon. L'avion a été repéré le 26 janvier. Le 27 janvier au matin, des plongeurs ont sauté à l'eau et ont filmé l'avion. On a alors décidé de tirer l'avion plus près du navire, puis de renvoyer les plongeurs filmer une nouvelle fois l'épave avec une caméra vidéo.

L'avion a été attaché à une courroie qui passait par les portes arrière et a été tiré plus près du NGCC *Samuel Risley*. Une barre d'écartement a également été utilisée pour répartir la charge uniformément sur la longueur du fuselage en plaçant les courroies à plusieurs endroits fixes plutôt qu'à un seul point de levage. On a utilisé une scie à chaîne pour découper des blocs de glace de 10 pieds sur 10 pieds à la surface du lac. Ces blocs de glace ont ensuite été déplacés par la grue du navire, ce qui a permis de faire un trou d'environ 30 pieds sur 40 pieds dans la glace.

La grue du navire a réussi à hisser l'avion au complet hors du trou en une seule manoeuvre. Il a ensuite fallu quelque deux heures supplémentaires pour sortir complètement l'avion de l'eau et le placer sur une surface gelée stable. L'avion a ensuite été hissé à bord du navire.

Le 30 janvier, deux autres plongées ont été effectuées pour récupérer les petits débris qui gisaient au fond du lac. Vers 18 h, le navire a mis le cap sur un bassin situé à Windsor. L'épave a d'abord été transportée dans un hangar pour y faire l'objet d'une inspection préliminaire, puis elle a été acheminée au Laboratoire technique du BST pour un examen poussé.

Obstacles opérationnels

Le fait de ne pas disposer des coordonnées précises du lieu de l'accident s'est avéré un défi majeur. Il y a eu une certaine confusion quant à savoir si les coordonnées de position qui avaient été relayées étaient en minutes, degrés et secondes ou en degrés et minutes décimales. Il y a également eu des problèmes quant à la précision des coordonnées. Certaines ont été reçues avec une précision de trois décimales, d'autres avec une précision d'une seule décimale. Cela signifiait que les coordonnées avaient une précision pouvant aller de 100 pieds à un mille. Il a fallu huit jours pour finalement confirmer les positions et obtenir des renseignements plus précis sur l'intervention initiale après l'accident. Avec les nouveaux renseignements, on a pu reprendre les recherches avec les nouvelles coordonnées, et l'avion a été repéré en peu de temps.

Obstacles environnementaux

Les conditions environnementales difficiles se sont révélées être le plus gros obstacle à surmonter pendant les opérations de recherche et de récupération. La glace empêchait d'utiliser un sonar à balayage latéral tiré par un navire, en plus de gêner l'intervention des navires autres que des brise-glaces. Une fois l'avion repéré, il a fallu trouver un moyen de faire un trou dans la glace suffisamment grand pour que l'avion puisse passer. À de nombreux endroits, la glace était suffisamment épaisse pour permettre de travailler en toute sécurité, mais il y avait aussi des endroits où les eaux étaient libres et où il y avait des chenaux créés par la glace en déplacement qui avait récemment gelé. De plus, la situation était souvent plus complexe en raison de la poudrerie qui recouvrait la glace et masquait les endroits où la glace était plus mince.

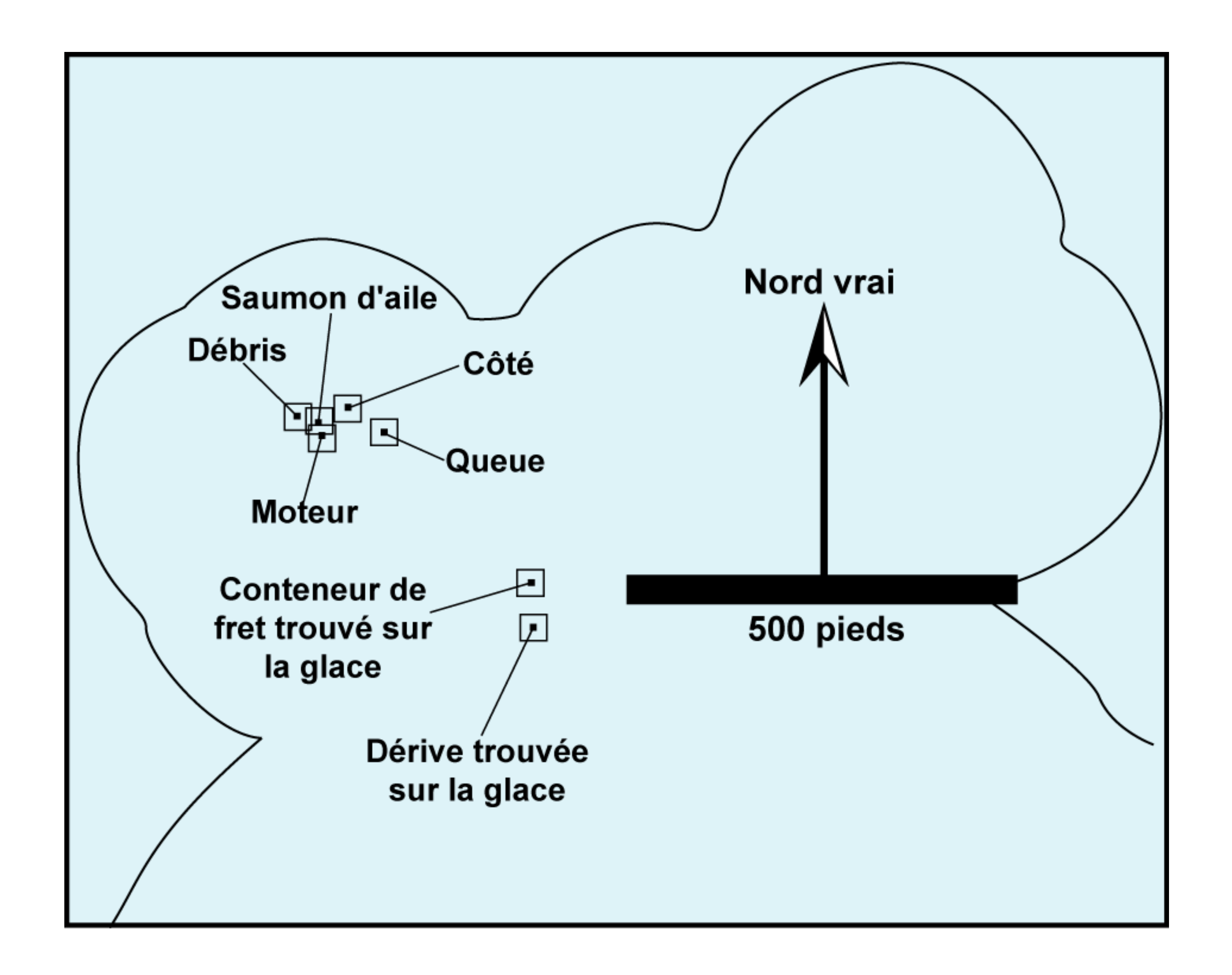
Le gros temps et les changements de température extrêmes ont également compliqué les recherches. Au cours des 13 jours consacrés aux recherches et à la récupération, l'équipe a dû composer avec des températures variant entre 0 °C et -20 °C, tant par vent calme qu'au milieu de coups de vent, sans oublier la pluie et la neige. Les conditions étant difficiles, les équipes ont eu du mal à travailler en toute sécurité sur la glace (photo 2).



Photo 2. Le NGCC *Samuel Risley*

Les eaux peu profondes aux abords de l'île Pelée ont également présenté des défis bien particuliers. La profondeur d'eau sous quille du navire n'étant que de quelques pieds par endroits, le navire ne pouvait se déplacer que si le sonar indiquait que l'endroit était libre de tout obstacle.

Annexe E – Répartition des débris



Annexe F – Affichettes de porte passager



Photo 3. Vue extérieure de la porte passager de la cabine

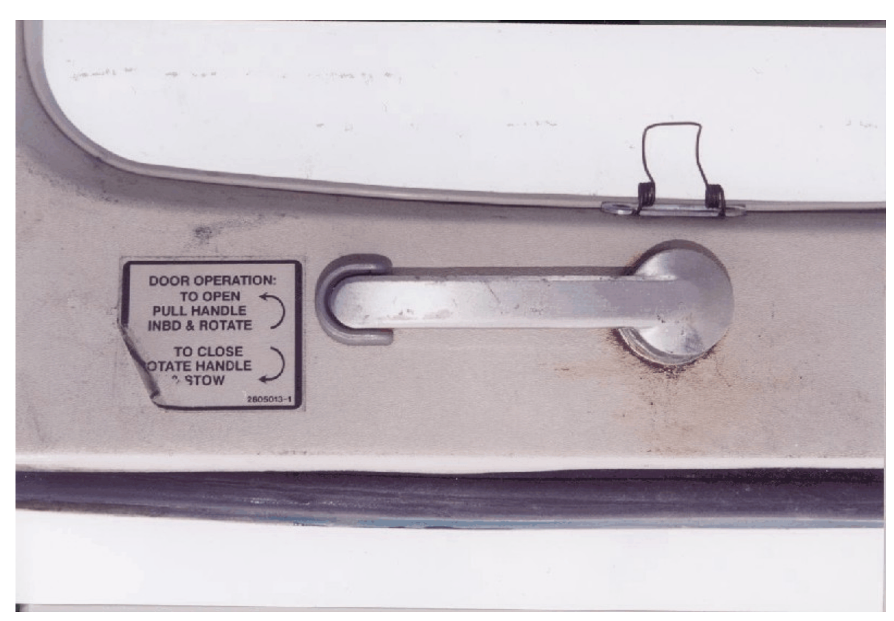


Photo 4. Vue intérieure du panneau supérieur de la porte en position fermée

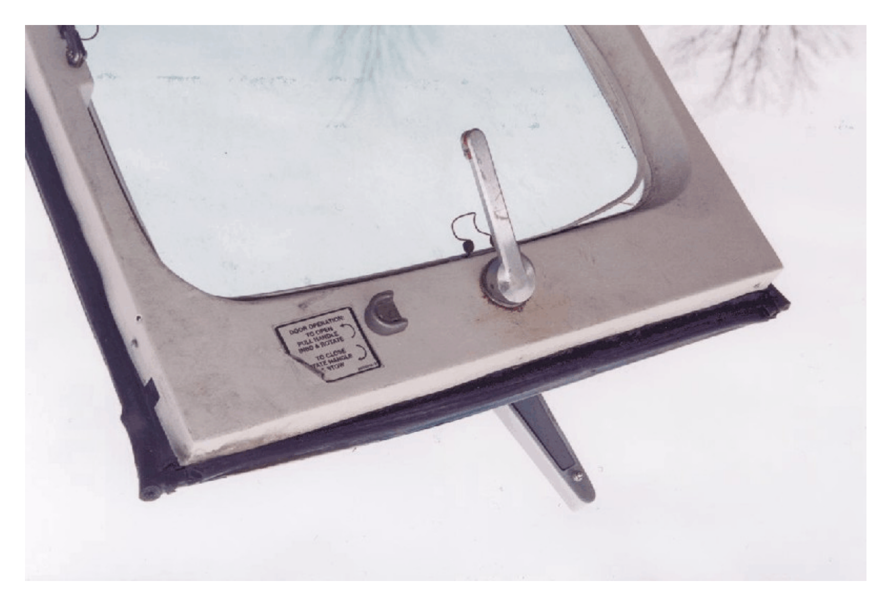


Photo 5. Vue intérieure du panneau supérieur de la porte en position ouverte

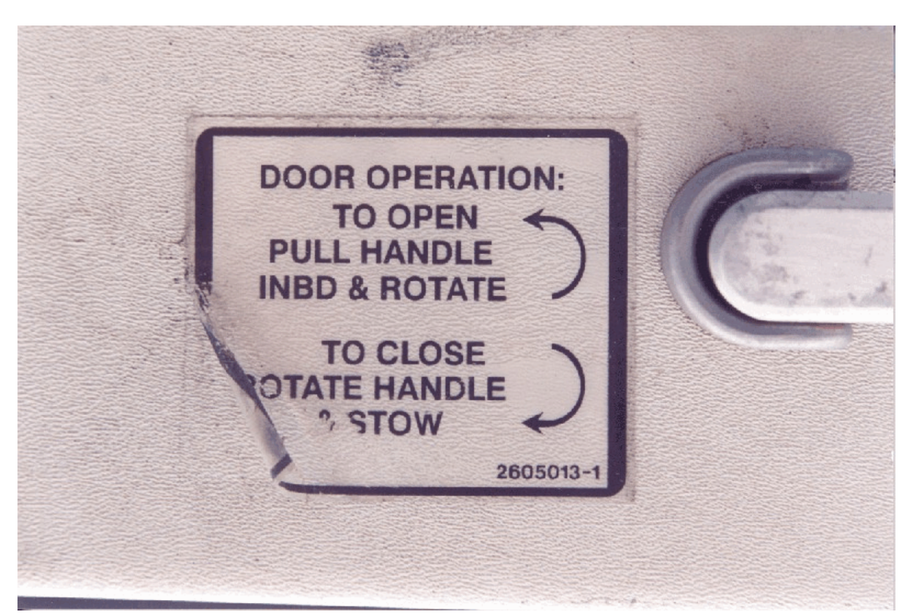


Photo 6. Gros plan sur l'affichette montrant le sens de rotation à l'opposé du sens de rotation correcte de la poignée

Annexe G – Liste des rapports de laboratoire

L'enquête a donné lieu aux rapports de laboratoire suivants :

LP 018/04	*Structures Group Report* (Rapport du Groupe des structures);
LP 022/04	*Instruments Examination Report* (Rapport d'examen des instruments);
LP 023/04	*Powerplants and Propeller Systems Report* (Rapport sur l'installation motrice et l'hélice);
LP 036/04	*Aircraft Performance Analysis Report* (Rapport de l'analyse des performances de l'aéronef);
LP 046/04	*Position Coordinates Report* (Rapport sur les coordonnées de position).

On peut obtenir ces rapports en s'adressant au Bureau de la sécurité des transports du Canada.

Annexe H – Sigles et abréviations

agl	au-dessus du sol
AIAA	American Institute of Aeronautics and Astronautics
A.I.P. Canada	*Publication d'information aéronautique*
asl	au-dessus du niveau de la mer
ATC	contrôle de la circulation aérienne
ATS	services de la circulation aérienne
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
$C_{z\ max}$	coefficient de portance maximal
DOT	Department of Transport (États-Unis)
ELT	radiobalise de repérage d'urgence
FAA	Federal Aviation Administration (États-Unis)
FAR	*Federal Aviation Regulations* (États-Unis)
FIC	centre d'information de vol
g	facteur de charge
GFA	prévision de zone graphique
h	heure
HNE	heure normale de l'Est
IFR	règles de vol aux instruments
IMC	conditions météorologiques de vol aux instruments
IPE	inspecteur principal de l'exploitation
KCAS	vitesse corrigée en noeuds
KIAS	vitesse indiquée en noeuds
kg	kilogramme
lb	livre
METAR	message d'observation météorologique régulière pour l'aviation
N	nord
NACA	National Advisory Committee for Aeronautics (Comité consultatif américain de l'aéronautique)
NASA	National Aeronautics and Space Administration (États-Unis)
NDB	radiophare non directionnel
nm	mille marin
NOTAM	avis aux aviateurs
NTSB	National Transportation Safety Board (États-Unis)
OPP	police provinciale de l'Ontario
RAC	*Règlement de l'aviation canadien*
SAR	recherche et sauvetage
sm	mille terrestre
SOP	procédures d'utilisation normalisées
STOS	Société de transport d'Owen Sound
TAF	prévision d'aérodrome

TP	publication de Transports Canada
UNICOM	station de service consultatif privée située à un aérodrome non contrôlé
USCG	United States Coast Guard (garde côtière américaine)
VFR	règles de vol à vue
VOR	radiophare omnidirectionnel VHF
VHF	très haute fréquence
W	ouest
′	minute
°	degré
°C	degré Celsius
°F	degré Fahrenheit
°M	degré magnétique
°T	degré vrai
%	pour cent